



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MOLIENDA
PARA HARINA PRECOCIDA DE MAÍZ EN
LA PLANTA SUCURSAL HARICENCA C.A.
UBICADA EN CAGUA, ESTADO ARAGUA**

Autores:

Piñero Gallardo Pedro Jesús

Tutor:

Ing. Giovanni Pizzella P.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Telefono: (0241) 8765395 – Celular: (0414) 6783399



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MOLIENDA EN LA PLANTA SUCURSAL
HARICENCA C.A. UBICADA EN CAGUA, ESTADO ARAGUA**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Autor:

Piñero Gallardo Pedro Jesús

Tutor:

Ing. Giovanni Pizzella P.

San Diego, diciembre 2021



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de INGENIERÍA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: DISEÑO DE UN SISTEMA DE MOLIENDA PARA HARINA PRECO- RIDA DE MAÍZ EN LA PLANTA SUCURSAL HARICENCA C.A UBICADA EN CAGUA, ESTADO ARAUCA

Realizado por el (la) Br. PEDRO PINERO

C.I. N° 27402760 cursante de la carrera de INGENIERIA MECANICA

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

[Signature]
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: GIOWANNI PIZZELLA P
C.I.: 4455859

[Signature]
Jurado
Nombre: FREDY BARRAGAN S
C.I.: 11.151.678

[Signature]
Jurado PEDRO M. SANTIAGO
Nombre: 8845306
C.I.: 8845306

Fecha: 25/01/2022



[Signature]

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI-N-002-2021-1CR-IP

Valencia, 15 de noviembre de 2021

Ciudadanos:
Piñero Gallardó, Pedro Jesús
C.I. 27.402.760
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 6-2021 de fecha 15/10/2021 aprobó el proyecto de pasantía titulado:

Diseño de un sistema de molienda para harina precocida de maíz en la planta sucursal Haricenca C.A. ubicada en Cagua, estado Aragua.

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Giovanni Pizzella Pierro, titular de la cédula de identidad V-4.455.859



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe, Giovanni Pizzella P, portador de la cédula de identidad N° 4455859, en mi carácter de tutor del trabajo de pasantías presentado por el ciudadano Piñero Gallardo Pedro Jesús, portador de la cédula de identidad N° 27.402.760, titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MOLIENDA EN LA PLANTA SUCURSAL HARICENCA C.A. UBICADA EN CAGUA, ESTADO ARAGUA”** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los trece días del mes de diciembre del año dos mil veintiunos.

Giovanni Pizzella Pierro
C.I. N° 4455859

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, Eliana y Pedro, por estar en cada paso de mi vida, apoyándome en todo momento incondicionalmente, les agradezco cada consejo para formar a la persona que soy hoy en día e inspirarme a seguir adelante, por inculcarme valores desde niño, queriendo siempre lo mejor para mí en todo, los amo. A mis hermanas, Arianna y Daniela, siempre presentes en cada logro, con mención especial a mi futura sobrina Marcela. A mi abuela, Magdalena, por estar conmigo siempre y obsequiarme su cariño sin límites. A mi novia Ivanna, por acompañarme durante toda mi experiencia universitaria y apoyarme en cada momento. Son todo en mi vida.

A mis amistades que me apoyaron e impulsaron a seguir adelante. A mis compañeros y futuros colegas por cada experiencia vivida a lo largo de la carrera. A mis tías por siempre confiar en mí.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios por guiar cada uno de mis pasos.

A mi papá e Ingeniero Pedro Piñero, por el apoyo en todo momento y por el conocimiento, además de inducirme al mundo de la Ingeniería, contigo comenzó todo papá.

Agradezco a cada uno de los excelentes profesionales que participaron en mi formación como Ingeniero a lo largo de estos 4 años gracias en sus clases impartidas, especialmente al Ing. Giovanni Pizzella P., por su gran conocimiento compartido con mi persona en un salón de clases y a lo largo del desarrollo del presente trabajo de grado; de igual manera al Ing. Donato Romanello e Ing. Luis Ortega, eternamente agradecido por su tiempo invertido en mi formación académica.

Mención especial para agradecer cada minuto invertido en pro de mi desarrollo y formación como Ingeniero durante mi experiencia laboral de pasantías, al Ing. Pedro Santiago, gracias por cada consejo y tips proporcionados, nunca será suficiente el agradecimiento de mi persona hacia usted, además por permitirme formar un vínculo amistoso. Gracias Señor Pedro.

A la empresa La Providencia C.A. por darme la oportunidad de pasantías en sus instalaciones y sucursales. Al personal de HARICENCA C.A. por su apoyo y disposición.

Por último, a cada una de las personas que formaron parte de todo este proceso, cada detalle cuenta.

GRACIAS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN INFORMATIVO.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I LA EMPRESA

1.1	Nombre de la Empresa.....	3
1.2	Reseña Histórica.....	3
1.3	Misión.....	3
1.4	Visión.....	3
1.5	Estructura Organizativa.....	3
1.6	Descripción de las Funciones.....	4
1.6.1	Departamento de Mantenimiento y Montaje.....	4
1.6.2	Departamento de Producción.....	4
1.6.3	Departamento de Higiene y Seguridad.....	5
1.6.4	Departamento de Recursos Humanos	5
1.6.5	Departamento de Gerencia de Planta.....	5
1.6.6	Departamento de Control de Calidad.....	5
1.6.7	Departamento de Logística.....	6
1.6.8	Departamento de Informática.....	6
1.7	Valores Corporativos.....	6
1.7.1	Responsabilidad.....	6
1.7.2	Honestidad.....	6
1.7.3	Respeto.....	6
1.7.4	Solidaridad.....	7
1.7.5	Servicio al Cliente.....	7
1.7.6	Su gente.....	7

II EL PROBLEMA

2.1	Planteamiento del Problema.....	8
2.2	Formulación del Problema.....	9
2.3	Objetivos de la Investigación.....	10
2.3.1	Objetivos General	10
2.3.2	Objetivo Específicos.....	10
2.4	Justificación.....	10
2.5	Alcance y limitaciones.....	11

III MARCO TEÓRICO

3.1	Antecedentes.....	13
3.2	Bases Teóricas.....	16
3.2.1	Harina de Maíz.....	16
3.2.2	La Molienda.....	19

3.2.2.1	Importancia de la molienda dentro del proceso de elaboración de harina precocida.	19
3.2.2.2	Descripción del Proceso de Molienda.....	20
3.2.2.3	Los equipos, su función y relación con el proceso.....	20
3.2.2.4	Descripción de los equipos utilizados en la molienda.....	23
3.2.3	Transporte.....	24
3.2.3.1	Rosca de artesa (Tornillo Sinfin).....	24
3.2.3.2	Elevadores de cangilones.....	25
3.2.3.3	Tubería de caída.....	26
3.2.3.4	Bandas transportadoras.....	26
3.2.3.5	Transportador de Cadena.....	27
3.2.3.6	Transporte Neumático.....	27
3.2.3.7	Comparación Transporte Neumático Positivo y Negativo.....	28
IV MARCO METODOLÓGICO		
4.1	Tipo de Investigación.....	30
4.2	Diseño de la Investigación.....	30
4.3	Nivel de la Investigación.....	31
4.4	Población y Muestra.....	31
4.4.1	Población.....	32
4.4.2	Muestra.....	32
4.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	32
4.6	Fases de la Investigación.....	33
V RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		
5.1	Identificar las capacidades de los equipos.....	35
5.2	Determinar el espacio disponible dentro de la planta.....	45
5.3	Diseñar el sistema de molienda considerando maquinaria disponible.....	47
5.3.1.	Bancos de Molienda.....	47
5.3.2.	Cernedor.....	53
5.4	Calcular las estructuras bases, los transportes neumáticos negativos y el sistema de aspiración.....	56
5.4.1.	Estructuras Bases.....	56
5.4.2.	Transporte Neumático y Sistema de Aspiración.....	58
CONCLUSIONES		66
RECOMENDACIONES		68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		70

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS		Pág.
1	Placa de los bancos de molienda.....	33
2	Rodillos alimentadores para el banco de molienda.....	33
3	Vista frontal – banco de molienda.....	34
4	Vista lateral – banco de molienda.....	35
5	Vista isométrica - banco de molienda.....	35
6	Rodillos de molienda.....	36
7	Ilustración esquema de rodillo – alimentadores.....	37
8	Ejemplo estriadura e inclinación de rodillos de molienda.....	37
9	Vista frontal cernedor OCRIM.....	38
10	Placa cernedor OCRIM.....	39
11	Vista lateral cernedor OCRIM y estructura.....	39
12	Entrada de producto en cernedor OCRIM.....	40
13	Contrapeso móvil de cernedor OCRIM.....	40
14	Polea y motor-reductor de cernedor OCRIM.....	41
15	Plano de planta sucursal HARICENCA en AutoCAD.....	43
16	Instalaciones de planta sucursal HARICENCA.....	44
17	Posición de las maquinarias disponibles en planta.....	45
18	Vista superior de las instalaciones de HARICENCA, con sistema de molienda y 18 tanques de almacenamiento incorporados.....	46
19	Banco de molienda soportado por estructuras bases.....	54
20	Distribución de tuberías neumáticas para cada pasaje.....	56
21	Vista frontal del cernedor con tornillo helicoidal, bocas de inspección, esclusas y ciclones.....	57
22	Vista lateral del cernedor con tornillo helicoidal, bocas de inspección, esclusas y ciclones.....	58
23	Vista lateral de alimentación de transporte neumático negativo al cernedor.....	59
24	Vista frontal de alimentación de transporte neumático negativo al cernedor.....	60

INDICE DE TABLAS

TABLAS		Pág.
1	Tabla de datos de bancos de molienda.....	47
2	Tabla de datos de bancos de molienda.....	50
3	Tabla de datos de cernedor OCRIM.....	51
4	Tabla de valores referenciales para cernedores.....	51
5	Tabla de datos límites aproximados de cernedor OCRIM.....	53



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA MECANICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MOLIENDA PARA HARINA
PRECOCIDA DE MAÍZ EN LA PLANTA SUCURSAL HARICENCA C.A.
UBICADA EN CAGUA, ESTADO ARAGUA**

Autor: Piñero Gallardo Pedro Jesús.

Tutor: Ing. Giovanni Pizzella Pierro

Fecha: diciembre 2021.

RESUMEN INFORMATIVO

Dentro de los procesos industriales llevados a cabo en la empresa, está la molienda de materia prima para obtener harina precocida de maíz, en donde la hojuela precocida de maíz es reducida progresivamente de tamaño en los bancos de molienda con sus distintos pasajes y clasificados granulométricamente en los cernedores, donde se lleva a cabo el tamizado del producto a través de hileras de tamices. Finalmente, descarga la harina terminada a los silos correspondientes. Es conveniente mencionar, que para el traslado del producto en proceso resulta imprescindible contar con sistemas de transportes y máquinas de elevación que cubra el trayecto y capacidad del sistema de molienda. Posteriormente, se procede a verificar mediante cálculos matemáticos referentes a cada uno de los procesos involucrados para la obtención de harina precocida de maíz, la selección de los equipos y dimensiones de los transportes. Asimismo, es importante destacar que para obtener un proceso eficiente es necesario contar con una óptima distribución (layout) de la maquinaria en el espacio destinado para las mismas, tomando en cuenta cada una de los criterios preestablecidos para plantas de alimentos. El informe de pasantías corresponde a la línea de investigación de Ciencias Cognitivas y aplicadas.

Palabras claves: Molienda, precocida, cernedores, layout.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, es evidente como el ser siendo protagonista en el ámbito social ha evolucionado en el área industrial, innovando maquinarias, transformando distintos procesos, y a su vez facilitando y proporcionando herramientas e instrumentos para mejorar el desarrollo de actividades, que han garantizado la eficacia, rapidez y calidad de las transformaciones fabriles. En este sentido, ha sido provechoso cada aporte de los profesionales inherentes a la materia, ya que sus estudios, han fortalecido la creación de nuevos implementos que indudablemente han consolidado el sector industrial, evitando el trabajo forzoso de los individuos.

Ahora bien, es importante mencionar que la harina de maíz precocida ha sido un producto alimenticio consumido con frecuencia por la sociedad venezolana desde los años 50; ésta aporta diferentes nutrientes necesarios para el bienestar del ser humano, sin embargo, es evidente la influencia industrial que se originó en el proceso del mencionado producto alimenticio, automatizando el procedimiento y evitando trabajos forzosos, contando hoy en día con máquinas que agilizan la producción nacional.

En este sentido, si se hace un contraste antes de los años 60 es observable que los granos de maíz se cocían en las casas y una vez que presentaban un aspecto blanco y humeante, el insigne interesado debía trasladarse al centro de molienda más cercano, hacer una resignada cola y esperar que se moliera el cereal, el cual era luego recibido en forma de una blanca bola de masa, desde luego, colocada en el mismo recipiente en que había sido entregado a los encargados del lugar, otro sistema agotador como el anterior, era el de los molinos caseros o manuales, lo que implicaba una dura y adicional faena para las amas de casas, quienes también realizaban dicho procedimiento para lograr el consumo de la harina de maíz.

Es por ello, que tomando en cuenta las generalizaciones anteriores, ha sido importante la creación e innovación de maquinarias que fortalecen actualmente la

producción nacional y el abastecimiento de la harina de maíz precocida, siendo el primer producto con mayor consumo en la ingesta venezolana.

Por esta razón, resulta importante que se mantenga el estudio constante y la instrucción industrial a los individuos de los procesos que originan este producto indispensable para el consumo venezolano, con la finalidad de impulsar la producción nacional contribuyendo con las pequeñas y medianas empresas para que se comprometan con la demanda del país que acarrea este producto.

En este sentido, es necesario aludir que este trabajo de grado se relaciona y contribuye con el impulso de la producción nacional a través del diseño de un sistema de molienda para harina precocida de maíz, en la planta sucursal HARICENCA C.A. ubicada en Cagua, estado Aragua, el cual permitirá la producción de este producto atendiendo a los altos niveles de demanda en el país.

Ahora bien, el presente trabajo, está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Trata sobre la empresa iniciando con la ubicación, breve descripción de la misma, en cuanto a su organización, procesos básicos, productos elaborados, mercado, entre otros a su vez, la misión, visión y valores de la empresa HARICENCA C.A.

Capítulo II: Se refiere al problema constituido con una descripción detallada del problema, formulación del problema, el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto, la justificación y alcance de la investigación, así como las limitaciones.

Capítulo III: Constituye el marco referencial conceptual, donde se exponen los antecedentes de la investigación, seguido del basamento teórico, donde se presentan todas las teorías e información que el autor considera necesaria para la comprensión de la propuesta, además de la definición de términos básicos.

Capítulo IV: Se refiere a las fases metodológicas, da una descripción de todas las fases del proyecto.

Capítulo V: Se presentan el desarrollo de la investigación con una evaluación dando como resultado el sistema a diseñar, posteriormente se realizó el diseño.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Nombre de la Empresa:

Avícola La Providencia y Planta sucursal HARICENCA C.A. ubicada en Cagua, estado Aragua.

1.2. Reseña histórica:

La empresa Avícola LA PROVIDENCIA C.A., fue fundada el 17 de Septiembre de 2013, por un grupo de personas emprendedoras y conocedoras de la materia, liderada por John A. Gutiérrez y Alberto Carvajal, quiénes implementaron su ideología de trabajo basada en sus conocimientos adquiridos a lo largo de su desempeño laboral, caracterizados por el trabajo en equipo, la constancia, dedicación y disciplina, soporte primordial que les permitió formar las bases necesarias para la creación de una empresa centrada en la distribución y crianza de Aves, específicamente Pollo entero, además de la producción de alimento balanceado para animales.

1.3. Misión:

Prestamos el servicio de suministro pollos beneficiados para el mercado nacional con un alto grado de calidad y excelencia, cumpliendo de manera eficiente con todos los procesos y normativas legales e incentivando el compromiso y la responsabilidad de nuestra gente, a fin de garantizar beneficios para nuestros clientes, trabajadores y comunidad.

1.4. Visión:

Ser reconocidos en el campo de la producción de pollos beneficiados, como una empresa capaz de cumplir con los estándares de calidad y exigencia de los clientes.

1.5. Estructura Organizativa:

La estructura organizacional, representa la forma en que se dividen, agrupan y coordinan las actividades de la organización en cuanto a las relaciones entre los representantes de cada área, delimitando las áreas de responsabilidad, estableciendo las posibilidades de los temas que se deben o pueden abarcar en un área, y a su vez, la restricción respecto a los que se asignan a otros, pero también a todos los fenómenos referidos al manejo de límites, poder y de relación.

En este sentido, la Planta sucursal HARICENCA C.A. ubicada en Cagua, estado Aragua, posee una estructura organizativa por funciones, la cual se agrupa por departamentos, que se dedican a una actividad o a varias relacionadas, llamadas funciones. Ésta, se representa por una pirámide jerárquica plasmada en un organigrama vertical, desde el escalón más alto, representando a la gerencia, hasta la base, representada por el tren obrero.

1.6. Descripción de Funciones

A continuación, se mostrarán y describirán de manera detallada, la distribución de los departamentos que conforman la Planta sucursal HARICENCA C.A. ubicada en Cagua, estado Aragua.

1.6.1. Departamento de Mantenimiento y Montaje

Esta sección, cumple con la función industrial consistente en un conjunto de actividades técnico administrativas, con el objetivo de conservar en óptimas condiciones el funcionamiento de la maquinaria y el equipamiento de la empresa.

A este departamento reporta un analista mecánico, el cual desempeña funciones multidisciplinarias, ya que se involucra directamente con la mayoría de las actividades a realizar en la empresa, como lo son: el diseño, construcción, instalación, operación, inspección mantenimiento, transformación y manejo de materiales, transporte y en general todo lo concerniente a máquinas y plantas industriales.

1.6.2. Departamento de Producción

Este es donde se solicita y controla el material que se va a procesar, determina la secuencia de las operaciones para la transformación del mismo; además de las inspecciones y los métodos de procesamiento. También contempla la asignación de

tiempos, programación, control y distribución de toda la cadena de producción; cuyo resultado es un producto de consumo de alta calidad para la satisfacción del cliente. El objetivo de este departamento implica conceptos de cómo se realiza la producción, como se lleva a cabo, como se ejecuta y cuánto tiempo toma hacerla.

1.6.3. Departamento de Higiene y Seguridad

Una de sus funciones es la de prevenir accidentes de trabajos, enfermedades ocupacionales e impacto al ambiente a través de la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales, generando condiciones de seguridad, salud y bienestar a los trabajadores de la planta.

1.6.4. Departamento de Recursos Humanos

Este departamento comprende la administración de personal y las relaciones laborales. Adicionalmente, se encarga de la planeación, organización, desarrollo y coordinación del factor humano capaz de promover el desempeño eficiente del personal. Además, se preocupa de los programas de formación del personal, a todos los niveles y para todos los puestos, garantizando una adecuada motivación, y así asegurar un buen rendimiento laboral.

1.6.5. Departamento de Gerencia de Planta

Se encarga de supervisar todas las operaciones cotidianas de la planta, de la producción y la fabricación, para asegurarse de que se sigan las normativas y los procedimientos. En este departamento también se desarrollan procesos que maximizarán la administración, la seguridad, la calidad y la productividad de la empresa.

1.6.6. Departamento de Control de Calidad

El departamento de calidad es el equipo que se encarga de verificar el cumplimiento de las políticas de la empresa. Adapta y aplica las normas del sistema de gestión de calidad a las condiciones específicas de la organización y los productos y servicios que ofrece, asegurándose además de implementar los criterios para su adecuada supervisión. También determina y da seguimiento a los parámetros de control de procesos, los cuales deben ser medibles y cuantificables, para asegurar un nivel de

calidad óptimo en la producción y entrega de los productos y/o servicios; igualmente lleva todo el tema jurídico y legal relacionado con los procesos de calidad, encargándose de que la documentación esté en regla.

1.6.7. Departamento de Logística

La función de la logística es la planificación y la gestión del flujo de materiales de la manera más eficaz entre proveedores y clientes finales, incluyendo la creación e implementación de sistemas de control y mejora. Entre sus objetivos principales está el control de inventarios en el almacén, los procesos operativos dentro del mismo, cadenas de transportes de distribución y la trazabilidad de la materia prima.

1.6.8. Departamento de Informática

Este departamento comprende todos los procesos que se llevan a cabo para planear, organizar e integrar una actividad o relación de trabajo. El objetivo de la unidad de informática, es de simplificar y automatizar el proceso de trabajo en las diferentes dependencias de la empresa, siendo su misión suministrar información a las unidades organizativas de la misma. Mediante análisis, diseño e implementación de sistemas de programación y procedimientos automáticos de datos adaptados a cada unidad.

1.7. Valores Corporativos

1.7.1. Responsabilidad

Se observó nivel de compromiso por parte de los entrevistados en el desarrollo de sus actividades. Existe preocupación por cumplir con las metas trazadas en los tiempos establecidos y con los parámetros de calidad especificados.

1.7.2. Honestidad

Fue observable la disposición de trabajar con rectitud. Las ideas, sentimientos e intenciones se comunican de forma abierta. Hay coherencia entre lo que se dice y lo que se hace.

1.7.3. Respeto

Existe trabajo cordial entre el personal observado. Hay consideración entre los miembros de la organización para desarrollar sus actividades. El personal identifica

claramente a su líder inmediato, mostrando respeto a la hora de referirse a él, así como altos niveles de gratitud con los líderes máximos de la organización.

1.7.4. Solidaridad:

Se observó personal preocupado en apoyar el desempeño de otras áreas para el logro de los objetivos de la organización. Fueron identificados niveles de motivación y colaboración importantes entre miembros de la organización. Si existen dudas en el desarrollo de alguna actividad, hay disposición en la solicitud de apoyo.

1.7.5. Servicio al Cliente:

Uno de los principales enfoques de “AVÍCOLA LA PROVIDENCIA”, es satisfacer a su cliente principal, mediante el cumplimiento de todas las especificaciones por ellos solicitadas. El cumplir con la calidad y cantidades exigidas es una meta común para todo el personal. Hacer el trabajo bien para satisfacer al cliente es clave dentro de la organización.

1.7.6. Su gente:

El capital humano con que cuenta la empresa es y será siempre su mayor riqueza.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

En el presente capítulo, se presenta la situación problemática presentada en el área de realización de las pasantías, describiendo detalladamente cada una de sus partes, como lo son: El planteamiento, objetivos (generales y específicos) los cuales se desarrollaron a lo largo de este Trabajo Especial de Grado, además de la justificación, alcance y limitaciones.

2.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad, a lo largo de los años, el comercio global está sobrellevado por diversos aspectos y situaciones, siendo dominado por las necesidades básicas humanas, como, por ejemplo, subsistencia, representadas por la salud, alimentación, la protección, como los sistemas de seguridad, prevención y vivienda, también por el afecto familia, amistades, privacidad, entre otros, cada una de estas con su debida importancia según el consumidor.

Ahora bien, la industria de subsistencia, que abarca el tema de alimentación, ha crecido exponencialmente desde hace siglos atrás, teniendo en cuenta los avances tecnológicos que nos facilitan las actividades diarias, esto conlleva al cubrimiento de la demanda en el sector alimenticio con el aporte de las industrias dedicadas a la producción de alimentos.

En este orden de ideas, es ineludible mencionar la importancia de la producción industrial de alimentos para seres vivos, en Latinoamérica, a pesar de las pensiones existentes y subsidios alimenticios por parte del estado correspondiente, esta área sigue siendo una de las principales inversiones monetarias por parte de población latina, además como la inversión en seguros médicos, transporte e inmuebles.

De esta manera, en Venezuela hoy en día la situación actual conlleva a la población a administrar sus recursos adecuadamente, de tal manera que, puedan satisfacer las necesidades básicas humanas, por lo cual se observa constantemente la creación de pequeñas y/o medianas empresas destinadas al sector alimenticio, para satisfacer la demanda de consumo existente en todo el territorio nacional. Conviene mencionar, que dentro de estas empresas, se encuentra la Avícola La Providencia C.A., en conjunto a la sucursal de su propiedad ubicada en el Municipio Sucre, Cagua, Estado Aragua, HARICENCA C.A., quien tiene como finalidad aportar, en la medida de lo posible, la producción de alimentos, específicamente harina de maíz precocida, para abastecer de este producto a todo el territorio nacional, por esta razón, el autor requiere a través de la aplicación de las líneas de investigación de Ingeniería Mecánica, lograr los planteamientos necesarios.

En este sentido, a través del período de campo realizado por el autor del presente trabajo, se pudo evidenciar que, en la actualidad, HARICENCA C.A., no cuenta con un sistema de molienda en la planta sucursal ubicada en Cagua, estado Aragua, necesitando la misma para llevar a cabo todos los procesos necesarios e imprescindibles para la creación y a su vez, obtención de la popular harina precocida. Como consecuencia de esta situación, esta investigación, busca determinar y diseñar detalladamente, la implementación de un programa de molienda en función de la cantidad de quipos disponibles en la mencionada empresa, con la finalidad de cubrir la gran demanda del mercado nacional, en cuanto a este producto alimenticio imprescindible e importante dentro de los hogares venezolanos.

Por esta razón, se tomó la decisión de buscar una opción viable que contribuya a la resolución del problema planteado anteriormente, en donde se busque la implementación y el manejo efectivo de un sistema de molienda para la empresa HARICENCA C.A., en pro de su propio beneficio y el de todos sus consumidores.

2.2. Formulación del problema

¿Qué herramientas empleará el pasante para solventar la problemática existente en el sistema de molienda en la planta sucursal HARICENCA, C.A. ubicada en Cagua, Estado Aragua?

2.3. Objetivos de la Investigación

2.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de molienda para harina precocida de maíz en la planta sucursal HARICENCA C.A. ubicada en Cagua, estado Aragua.

2.3.2. Objetivos Específicos

1. Identificar las capacidades de los equipos.
2. Determinar el espacio disponible dentro de la planta.
3. Diseñar el sistema de molienda considerando maquinaria disponible.
4. Calcular las estructuras bases, los transportes neumáticos negativos y el sistema de aspiración.

2.4. Justificación

Esta investigación surge con el propósito de diseñar un sistema de molienda requerida por la planta sucursal HARICENCA C.A., en pro de aportar un producto de calidad al sistema alimenticio venezolano, tomando en cuenta cada uno de los estudios realizados acerca de molienda de maíz.

En este sentido, conviene mencionar, que una competencia sana en el mercado de harina de maíz precocida, aporta al venezolano la disposición de tomar una decisión según sus gustos y necesidades, evaluando cada una de las marcas ya existentes de este producto, además de contribuir con la demanda presente de productos alimenticios que pueda existir en Venezuela. De esta manera, uno de los principales beneficios de la harina de maíz precocida que ha permitido su popularización en los últimos años, es que no tiene gluten, a su vez, es válida para el desarrollo de panes, pastas y demás productos que suelen fabricarse con harina de trigo, siendo apta para las personas que son celíacas o tienen algún tipo de intolerancia o alergia al gluten. Además, la harina precocida de maíz, más allá de la cultura que posee en el territorio nacional, en el

mercado se posiciona como uno de los productos con mejor relación precio-calidad, y además, tiene un efecto saciante, siendo este otro de sus beneficios.

Se podría decir también que, la harina de maíz precocida es una fuente de vitaminas importantes, al enriquecer el producto, posee las vitaminas A, B₁, C, E o K, además de minerales como el zinc o el calcio, esto favorece el cuidado del sistema nervioso y óseo, a su vez, la harina de maíz precocida tiene importantes efectos saciantes. Bajo las generalizaciones anteriores, es evidente la importancia que tiene el desarrollo del presente trabajo, basándose en que el sistema de molienda consiste y se basa completamente en bancos de molinos, cernedores, transportes neumáticos y mecánicos, englobando diversas asignaturas de Ingeniería Mecánica, tales como Neumática e Hidráulica, Diseño en Ingeniería Mecánica, Resistencia de Materiales, Máquinas de Elevación y Transporte, entre otras. Cada uno de los aspectos anteriormente señalados, juegan un papel fundamental en el desarrollo de este proyecto, ya que resultan de vital importancia conocer a fondo cada una de estas máquinas, tener en cuenta su capacidad, funcionalidad y especificaciones que permiten garantizar un proceso adecuado.

Por otro lado, el desarrollo y crecimiento de la producción de harina precocida de maíz se ha hecho notar a lo largo de los años, innovando y automatizando cada uno de los módulos que componen una línea de producción, con el fin de obtener un producto que cumpla los estándares de calidad, además, diversos estudios corroboran que gracias a la existencia del proceso de producción, se ha facilitado la obtención del producto derivado del maíz, ya que en tiempos pasados, el procedimiento antes nombrado era totalmente rudimentario y manual.

De esta manera, todo esto se desarrolló en el transcurso del período laboral de pasantías, en donde el autor se documentó con las bibliografías necesarias que aporten conocimiento adecuado, además de contar con el apoyo de tutores laborales y académicos, que estarán al tanto de cada actividad realizada.

2.5. Alcances

El desarrollo de la presente investigación, busca cubrir la necesidad inmediata de una problemática presente en la empresa HARICENCA C.A., basándose en el diseño de un sistema de molienda para harina precocida de maíz, englobando maquinaria, transporte y proceso, argumentándose en los lineamientos preestablecidos acerca del tema, y además siguiendo el cronograma de actividades organizadas por el autor.

2.6. Limitaciones

En cuanto a las limitaciones para la obtención de los objetivos planteados, la mayor limitante es el tiempo que tiene el período de pasantías, el cual se hace insuficiente para la recolección de datos y análisis necesarios para el desarrollo del diseño del sistema de molienda de harina precocida de maíz en la empresa HARICENCA C.A.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes:

Los antecedentes de toda investigación, son todos aquellos trabajos realizados que guardan relación con tópicos de este trabajo y sirven como punto de referencia para aclarar dudas del investigador en cuanto al enfoque que debe llevar la investigación.

En cuanto a los mismos, Tamayo (2012) afirma que “Todo hecho anterior a la formulación del problema que sirve para aclarar, juzgar e interpretar el problema planteado constituye los antecedentes del problema” (p.149). En este sentido, estos se refieren a todos los estudios previos relacionados con el dilema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el objetivo de estudio. En este sentido, para el desarrollo del presente trabajo se revisaron una serie de investigaciones relacionadas con el tema en estudio, bien sea, unos por tener aspectos en común y otros por representar la necesidad de realizar la investigación expuesta, en donde se pueden mencionar a:

Tello Mejía C. y Vela Holguín F. (2016), en su Trabajo de Grado titulado: **“Diseño de un plan de comercialización de la harina de maíz para consumo humano en mercados alternativos”**, realizada en la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para optar al título de magister en Administración de Negocios.

El principal objetivo del proyecto anteriormente mencionado, fue diseñar un plan para comercializar la harina de maíz precocida y que, aprovechando la ventaja competitiva del cereal producido localmente, permitiera inducir a que el ecuatoriano la integrara en su dieta, con el fin de sustituir de manera parcial el consumo existente de la harina de trigo. De esta manera, los autores pudieron determinar que se pueden reemplazar los actuales hábitos alimenticios del consumidor ecuatoriano con base en la implementación de un plan de mercadeo y comercial que induzca a regresar a hábitos ancestrales de consumo de harina de maíz, permitiendo así, ofrecer alternativas

alimenticias de fácil preparación, más económica y con mayor valor nutritivo para el consumo humano.

Ahora bien, la mencionada investigación aportó información teórica de interés sobre los beneficios que ofrece el maíz y a su vez la harina precocida, que se obtiene de él, para el consumo humano, posicionándolo a través de un estratégico y organizado plan de mercadeo, por tal razón fue tomado como antecedente, para el presente proyecto.

Por otra parte, Puma Araujo A. (2017), en su Trabajo de Grado titulado: **“Caracterización de flujos de harina de trigo (*Triticum aestivum*) de cada pasaje de molienda en “Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda.”**, realizada en la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, para optar al título de Ingeniería de Alimentos. Su principal objetivo, fue caracterizar los flujos de la harina de trigo de cada pasaje de molienda en molinos e industrias Quito Cía. Ltda., la cual se encuentra ubicada actualmente en Ecuador en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, en donde se elaboran y venden productos de molienda, como lo son la harina de trigo para la panificación, harina integral pura y lista, también subproductos como el moyuelo y afrechillo.

En la investigación antes reseñada, se presenta una interesante propuesta de caracterización para los flujos de cada pasaje de molienda, identificando las condiciones en las cuales se desenvuelve el proceso de molienda y los factores que intervienen en la calidad de la harina, para levantar la línea base de los parámetros más importantes que controlan el desempeño y el uso de la harina, en este sentido, es evidente la relación directa que presenta con la presente investigación, tomándose la misma como base fundamental en sus antecedentes.

En este mismo orden de ideas, Lubes M. (2015), en su trabajo de grado doctoral titulado: **“Molienda seca y húmeda de arroz en molino planetario. Cinética de la molienda, efecto de las condiciones de molienda en las propiedades funcionales de la harina y del almidón y diseño de mezclas para pastas sin gluten”**, realizada en la Universidad de Buenos Aires, desarrollando en la investigación aspectos a considera

en la molienda seca y húmeda de arroz, en pro del correcto funcionamiento del sistema de molienda, además de estudiar las propiedades funcionales de la harina, almidón y el diseño de mezclas para pastas sin gluten.

El trabajo de investigación antes mencionado se relaciona con el actual proyecto investigativo de pasantías en el desarrollo y estudio de un sistema de molienda, aunque teniendo materias primas distintas, tales como lo son el arroz para el proyecto citado, y el maíz para el proyecto actual, cuentan con el mismo principio de funcionamiento, por otra parte, por ser un proyecto doctoral, profundiza un poco más acerca de la estructura del arroz.

Aquino C. y Rojas A. (2012) en su trabajo de grado titulado: **“Implementación del sistema experto en Molinos para optimizar la molienda del Circuito de cobre en la planta Concentradora de sociedad minera cerro Verde s.a.a”**, realizada en la universidad Nacional del centro del Perú, desarrollando en su investigación un avance en cuanto al proceso de molienda del circuito de cobre, ajustando detalles metalúrgicos y de materiales, satisfaciendo las necesidades de la empresa donde se aplicó el trabajo investigativo.

Cabe mencionar que el presente informe investigativo de pasantías se basa en el trabajo de grado antes mencionado, dado que se menciona un principio de un sistema de molienda, con la misma función que para harina precocida de maíz, además, la molienda al ser una actividad altamente demandada en todo el mundo, cuenta con muchas ramas, tales como alimentos, materiales, minerales, entre otros, todos estos mencionados pasan por un sistema de molienda pertinente.

Salas G. (2012), en su trabajo de grado titulado: **“Diseño de un molino de rodillos para molienda de granos, destinado al área de alimentos del cestta-epoch.”**, donde el autor diseñó un banco de molienda de rodillos, con una estriandra específica según la rotura y pasaje, para abastecer el área de alimentos de la planta mencionada.

Como se puede observar, el trabajo de investigación antes nombrado, está relacionado con la investigación actual debido a que ambos trabajos están destinados a

un mismo fin, la molienda de granos, alimentos, aportando información importante a la presente investigación acerca de los bancos de molienda de rodillos, siendo estas maquinarias las misma a utilizar en el sistema de molienda de la planta sucursal HARICENCA, C.A.

3.2. Bases Teóricas:

En la realización de una investigación, se hace necesario tomar en consideración los elementos teóricos planteados por diferentes autores, analizar sus puntos de vista de tal forma que permita al investigador fundamentar su proceso de conocimiento para establecer su criterio propio involucrando las variables planteadas en la investigación.

En este orden de ideas, las bases teóricas son elementos relevantes para fortalecer con su contenido los diferentes aspectos tomados de las variables que le darán forma al tema global de la investigación. Con la finalidad de hacer entender el problema estudiado, la naturaleza de su comportamiento y desarrollo en el ámbito social y de esta manera inducir a cualquier lector de manera eficaz hacia la comprensión del tema abordado, se procede a exponer de forma coherente el enfoque teórico de la presente investigación. Por otra parte, Arias (2012) afirma que “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”. (p. 107). Por lo tanto, las bases teóricas constituyen el aporte de fundamentos y conceptos que sirven de apoyo al desarrollo de la investigación.

3.2.1. Harina de Maíz:

El maíz, es un cereal de origen americano, hoy cultivado en todo el mundo y la harina que se obtiene de él representa una gran variedad de usos en la cocina de todas las regiones del mundo. Es importante mencionar que, como se dijo anteriormente, la harina de maíz se ha usado como alimento básico en multitud de regiones del mundo, resaltando la fuerte tradición americana que hay alrededor de este grano, en particular en México, Colombia, Perú y muy especialmente en Venezuela, pero en otras partes del mundo como África y Europa también se usa con cierta frecuencia, testigo de ello es la polenta italiana, hecha a base de esta harina, o los boronos cántabros o el gofio

canario. Conviene mencionar, que se trata de una harina que no contiene gluten (sustancia pegajosa y de color pardo, formada por proteínas, que se encuentra en la semilla del trigo y de otras gramíneas y que proporciona gran cantidad de energía al organismo, en ocasiones dañina para algunas personas), sin embargo, este hecho hace que no se puedan confeccionar panes exclusivamente con ella, dado que la ausencia de gluten impide que el pan tenga una consistencia y elasticidad adecuada.

A su vez, se podría agregar que es una harina que en presencia de líquido abundante y cocinada adecuadamente da lugar a una pasta muy apreciada en cocina, como puede ser el caso de la polenta italiana o los tamales mexicanos. La harina de maíz, también se usa como harina secundaria (en menor proporción que la harina principal) en rebozos o en masas de pan o tortillas por su sabor característico que gusta mucho. En el comercio es muy difícil encontrar pura harina de maíz sin que haya pasado por tratamientos previos de refinado o de cocción, en donde normalmente se encuentran:

1. Harina de maíz pelado: Donde el grano se ha sometido a un proceso de eliminación de la cáscara que le quitará parte del color amarillo y de su sabor, en algunas ocasiones se refieren a ella como harina de maíz blanca.
2. Harina de maíz tostado: Es entre otros, el gofio canario.
3. Harina precocida: Se elabora a partir de granos de maíz cocidos, secados y luego molidos, es la más usada en todo el mundo.

Esta última, realmente, fue un maravilloso invento que hizo extensivo el consumo de la arepa, con su aparición, quedó muy atrás en el tiempo aquel engorroso procedimiento de hacer arepas de maíz pelado, tal cual como las comió el Libertador Simón Bolívar, en el cual, para hacer el maíz pelado, este se hervía con cal o ceniza para pelarlo y ablandarlo, se lavaba bien para quitarle la concha, se molía en un molino, al producto obtenido se le agregaba agua y se amasaba, pasándola luego por una piedra para poder afinar dicha mezcla y finalmente hacer las arepas.

Por otra parte, con maíz pilado (sin concha y sin corazón), se hervía el maíz para ablandarlo, se lavaba bien y de ahí en adelante el proceso era similar al que se seguía

con el maíz pelado. De lo anterior, se puede inferir que no les fue fácil a las madres y/o abuelas, en aquel tiempo, transformar un kilo de granos de maíz crudo en arepas. Pero, gracias a un ingeniero mecánico venezolano, las mujeres (esposas, hermanas e hijas), y algunos hombres, hacen las arepas de una manera más rápida y cómoda, ahorrando tiempo y dinero, solo con mezclar la harina de maíz precocida con agua, amasar bien, hacer la arepa y ponerla sobre el budare caliente para que comience el proceso de cocción. El mencionado inventor fue el Ingeniero Mecánico y docente Luis Caballero Mejías, quien nació en Caracas el 12 de Diciembre de 1903 y murió en la misma ciudad el 12 de Octubre de 1959, quien crea en el año 1.954 la harina precocida de maíz, en su propia empresa “La Arepera C.A.”, denominada Harina de Masa de Maíz o Masa de Maíz deshidratada, patentada en Venezuela bajo la Ley de Propiedad Industrial y Comercial, ante el Ministerio de Fomento N° 271, mes 7, Registro General 5.176, de fecha 04-06-1954, cuya patente posteriormente fue comprada por el empresario Lorenzo Mendoza Fleury, quien con ella comenzaría a producir y comercializar el producto Harina P.A.N.(Productos Alimenticios Nacionales) a partir de 1960.

Para continuar con este amplio abanico de ideas, es importante mencionar algunos beneficios y propiedades que proporciona el consumo de la harina de maíz precocida:

1. **No tiene gluten:** Uno de los principales beneficios de la harina de maíz precocida que ha permitido su popularización en los últimos años, es que no tiene gluten. De esta forma, es válida para el desarrollo de panes, pastas y demás productos que suelen fabricarse con harina de trigo, siendo apta para las personas que son celíacas o tienen algún tipo de intolerancia o alergia al gluten.

2. **Importante fuente de fibra:** Este tipo de harina no solo es válida para las personas intolerantes al gluten, sino que su alto contenido en fibra (9,5 gramos de fibra por cada 100 gramos de producto) hace que sea una opción perfecta para las personas que padecen problemas de estómago o con el tránsito.

3. **Rica en vitaminas, minerales y carotenos:** La harina de maíz precocida, puede ser enriquecida con vitaminas tan importantes como la A, B1, C, E o K, además

de minerales como el zinc o el calcio. Esto favorece el cuidado del sistema nervioso y óseo, no obstante, se destaca especialmente, por ser rica en carotenos, un nutriente que evita la oxidación celular.

4. **Es un alimento saciante:** la harina de maíz precocida tiene importantes efectos saciantes, de manera que, con un pequeño consumo, el usuario está más satisfecho.

5. **Fortalecer el sistema óseo.**

6. **Estimula el crecimiento.**

7. **Mejorar la salud capilar y dental.**

8. **Aumenta la elasticidad de los músculos.**

9. **Beneficia la salud cardiaca.**

10. **Posee efecto antioxidante.**

11. **Previene el cáncer de colon.**

A su vez, es una harina ideal para preparaciones calientes y rápidas, pero muy nutritivas con variadas vitaminas y minerales, además de los carotenos que contiene y que aportan grandes propiedades al organismo, ya que colaboran con la vista, la integridad de la piel y contra la oxidación celular. Sin embargo, conviene mencionar que es un alimento rico en calorías, por lo cual su consumo debe ser moderado, ya que puede promover el aumento de peso corporal.

3.2.2. La Molienda

En cuanto a la Molienda, se puede tomar en cuenta el trabajo descrito en CATER (Centro de Adiestramiento Técnico) Módulo 5, Molienda (1.995), en el cual se expresa que es la reducción de la hojuela premolida a la granulometría deseada a través del diferencial de velocidad de los rodillos o cilindros estriados que contienen los bancos de molinos. Siendo su función, reducir la hojuela premolida hasta obtener un producto sin impurezas y con características aceptables para la elaboración de la masa.

3.2.2.1. Importancia de la molienda dentro del proceso de elaboración de harina precocida

Es la última fase del proceso de elaboración de la harina y es donde, además de darle la textura deseada, se le añaden aditivos a la misma (agua y vitaminas) para la obtención de un producto final de calidad y enriquecido.

3.2.2.2. Descripción del Proceso de Molienda

El proceso de transformación de las hojuelas premolidas en harina terminada puede dividirse en las siguientes fases:

- a) Las hojuelas premolidas a temperatura ambiente y con una humedad comprendida entre el 11,5 y el 12% en peso, se almacena temporalmente en los silos correspondientes, de donde se alimenta en forma continua el proceso, utilizando un sistema de transporte neumático.
- b) Las hojuelas premolidas son reducidas progresivamente de tamaño en los bancos de molienda con sus distintos pasajes y clasificadas granulométricamente en los cernedores de donde son distribuidos en el transporte neumático, para el producto intermedio, a los bancos de molienda y tararas de molienda y finalmente las impurezas a las tolvas de sub-producto.
- c) El producto intermedio en proceso es sometido a un nuevo pasaje de molienda hasta alcanzar la granulometría especificada de 17,0% a 22% sobre malla No. 40 y de 8,0 a 14,0% sobre fondo.
- d) A la harina terminada se le agrega agua y vitaminas de manera uniforme hasta llevarla a 12,0% - 12,5% de humedad y 20-80 ppm. de hierro, luego se envía utilizando un transporte neumático a los silos de harina terminada.

3.2.2.3. Los equipos, su función y relación con el proceso:

a) Silos de hojuelas premolidas:

1. **Función:** Almacenar las hojuelas premolidas producidas durante el proceso de laminación y alimentar el proceso de molienda mediante el sistema dosificador conectado a la salida del silo.

2. **Relación con el Proceso:** Son el inicio del proceso de molienda y se comunican directamente con la tolva de alimentación del proceso mediante un sinfín dosificador y un sistema de transporte neumático.

3. **Equipos Auxiliares:**

- Sistema de transporte neumático: Para impulsar a las hojuelas premolidas desde los molinos de premolienda a los silos.
- Sinfines distribuidores de hojuelas premolidas sobre los silos asignados.

b) **Tolva Receptora:**

1. **Función:** Recibir las hojuelas premolidas provenientes de los silos y alimentar a la báscula.

2. **Relación con el proceso:** Recibe las hojuelas premolidas provenientes de los silos y las descargan en la báscula.

3. **Equipo Auxiliar:**

- Ciclón: Para captar las hojuelas premolidas que vienen de los silos.
- Imán: Para separar las partículas magnéticas que puedan estar presentes en el flujo de hojuelas premolidas.
- Indicador de nivel: Para controlar la alimentación de hojuelas premolidas a la báscula en función de su nivel en la tolva, arrancando o parando el sinfín dosificador.

c) **Báscula:**

1. **Función:** Pesar las hojuelas premolidas que alimentan a los molinos.

2. **Relación con el proceso:** Recibe las hojuelas premolidas de la tolva receptora, las pesa y las envía a los bancos de molienda.

3. **Equipo Auxiliar:**

- Ventilador y filtro: Para aspirar y separar el polvo proveniente del flujo de hojuelas premolidas.
- Indicador de nivel: Para evitar daños a la báscula por exceso del producto en proceso en su tolva.

d) Banco de Molienda:

1. Función: Reducir las hojuelas premolidas hasta alcanzar los límites especificados de granulometría para la harina terminada.

2. Flujo de Molienda: La transformación de las hojuelas premolidas se lleva a cabo en cuatro etapas, en cada una de las cuales se les reduce el tamaño progresivamente en relación a la etapa anterior, hasta convertirlas en harina. Las etapas del flujo son las siguientes:

- Las hojuelas que salen de la báscula entran al primer banco de reducción y pasan al cernedor del cual salen 2 productos: harina terminada y el rechazo que va al segundo banco de reducción.
- Del segundo banco pasan al cernedor del cual salen 3 productos: harina terminada, rechazo malla 20 que va a la tarara y rechazo malla 40 que va al tercer banco de reducción.
- Del tercer banco de reducción pasan al cernedor del cual salen 3 productos: harina terminada, rechazo malla 20 a la tarara y rechazo malla 40 que va al cuarto banco de reducción.
- Del cuarto banco pasan al cernedor del cual salen 3 productos: harina terminada, el rechazo malla 20 que va a la tarara y rechazo malla 40 del cual vuelve al cuarto banco de reducción.

Subproducto = Producto útil que se obtiene en la elaboración de otro principal (harina).

3. Relación con el proceso: Recibe las hojuelas premolidas provenientes de la báscula, las reducen hasta convertirlas en harina y las envían a los cernedores o las tararas de molienda por medio de un transporte neumático negativo y una tubería de libre caída.

4. Equipo Auxiliar:

- Sistema de transporte neumático negativo: Para transportar el producto en proceso que sale de los bancos de molienda, hasta los cernedores.

- Filtros y ciclones: Aspiran y separan el polvo que se genera en la molienda.

e) Cernedor:

Está constituido por varios compartimientos contentivos de tamices que a cada uno de los cuales llega un pasaje de un molino reductor por lo que son entelados con el número de malla adecuado al producto que reciben.

- 1. Función:** Separar las fracciones del producto en proceso y de harina terminada mediante tamices que se mueven de manera oscilante y rotativa.
- 2. Relación con el proceso:** Recibe el producto proveniente de los bancos de molienda (reducción) y lo clasifica en función de la granulometría. Descarga la harina terminada, mediante un transporte a los silos correspondientes; y los productos intermedios (no acabados), por medio de tubos de caída libre, a los bancos y/o tararas respectivas.
- 3. Equipo Auxiliar:** Ciclones: con sus respectivas esclusas para decantar el producto que llega mediante el transporte neumático desde los bancos de molienda.

f) Tarara:

- 1. Función:** Separar conchas y las impurezas más livianas de los productos intermedios.
- 2. Relación con el proceso:** Recibe el producto intermedio y lo separa en dos corrientes: pesado, que envía a los bancos de molienda, liviano que es enviado a subproducto.
- 3. Equipo Auxiliar:** Ventilador y filtro para separar las partículas livianas de polvo del flujo de productos intermedios.

g) Humectador.

h) Dosificador de vitaminas.

3.2.2.4. Descripción de los equipos utilizados en la molienda:

- a) Molino de Cilindros:** El molino de rotura, es la máquina más importante de un complejo molitorio, debido a que es la que muele o reduce el grano. Todo el

mecanismo y las partes de trabajo están sostenidas en un armazón de hierro, siendo sus partes más importantes:

1. Dos cilindros (rollos o rodillos) que están alojados en dos soportes fijos para el cilindro superior y móvil para el cilindro inferior.
2. El rollo de alimentación: Es el que hace el trabajo de distribuir uniformemente el producto a moler sobre los rollos del molino.
3. Dispositivo de embrague y desembrague manual de los rollos.
4. Dispositivo manual de regulación: Para regular la distancia entre los rollos mediante un muelle o resorte de seguridad o presión.
5. Cepillos para mantener limpios los rollos.
6. Accesorios: Manómetros, cárter, mirilla de vidrio, amperímetro, interruptor y focos de señalamiento.
7. La transmisión de mando es mediante un motor y correa a la polea del cilindro superior y de éste por medio de engranaje al cilindro inferior. El mando de la alimentación es a través del cilindro superior por medio de una correa desde una polea fijada en el eje del mismo.
8. Según el trabajo a realizar los cilindros pueden ser lisos o estriados. Para la harina precocida de maíz todos los bancos contienen rodillos estriados. En este último caso el número de estrías por cm., la forma y la inclinación son directamente relacionados al producto a procesar (moler).

3.2.3 Transportes

3.2.3.1 Rosca de artesa (Tornillo Sinfín)

Esta rosca se puede utilizar para casi todos los productos en grano y harinoso, pero no para productos pegajosos. Productos que tienen una resistencia a la abrasión baja como peletizados o laminados, no deben ser transportados con roscas dada la fuerte abrasión que producen, especialmente, cuando el tamaño del producto corresponde con la distancia entre la artesa y el tornillo de transporte. No es aconsejable utilizarla para productos mezclados ya que existe el peligro de desmezcla durante el transporte por los diferentes pesos específicos y granulometrías.

Con la misma rosca se pueden transportar, en diferentes sectores, en diferentes direcciones y con diferentes productos.

Comparada con otros transportes mecánicos, la rosca transportadora tiene la peor relación de potencia específica necesaria.

Roscas transportadoras normales de tornillo completo pueden inclinarse hasta 30 grados según sea el producto, construcción y disminución de la capacidad.

Ventajas:

- Elemento sencillo, relativamente barato.
- Utilizable para muchos productos
- La misma rosca puede transportar al mismo tiempo, en diferentes zonas, productos diferentes en direcciones diferentes
- Se puede utilizar como transporte recolector y distribuidor

Desventajas

- No vacía completamente
- Difícil de limpiar
- Incubadora para plagas
- En los cojinetes intermedios se pueden producir aglomeraciones
- En las salidas intermedias se pueden quedar restos
- Pueden producir quebrados en los peores casos (sobre todo con pellets blandos, laminados, etc.).

3.2.3.2 Elevadores de cangilones

El elevador de cangilones es uno de los elementos de transporte vertical más antiguos. Es idóneo para granos y harinas con capacidad altas y bajo consumo de energía.

Ventajas

- Energía necesaria baja
- Capacidad altas
- Ejecución para montaje a la intemperie

Desventajas

- No Vacía al 100%
- Peligro de explosión y fuego por rozamiento de la banda

3.2.3.3. Tubería de caída

Las conexiones entre elementos transportes, máquinas y aparatos se realizan por medio de tubos, denominados como tubería de caída. El producto se desplaza por caída libre.

La tubería de caída se fabrica en diferentes partes normalizadas, de forma que el montaje se realice de forma rápida. Esto se utiliza también para instalaciones existentes. Las conexiones entre tubos dependiendo del producto y la utilización se realizan por medio de bridas, manguitos, abrazaderas, conexiones rápidas, entre otros. Los espesores de la chapa tienen que ser adecuados al producto a transportar y a las capacidades requeridas. Los diámetros de tubería (corte transversal de transporte) son determinados por la capacidad deseada por el producto. Los ángulos de caída mínimos, que tienen que ser utilizados, dependen siempre del tipo de producto.

3.2.3.4. Bandas transportadoras

Las bandas transportadoras son ideales para materiales ensacados y empaquetados, como también para granos y harinas, especialmente para altas capacidades y largos recorridos. Las bandas se vacían totalmente, pero no trabajan libres de polvo. Para un servicio libre de polvo, las bandas tienen que ser montadas en cajas cerradas. El transporte es muy cuidadoso y el consumo energético es muy bajo.

Las bandas se pueden montar inclinadas. Con materias primas a granel, la inclinación queda limitada por el ángulo de reposo del producto. En bandas inclinadas también se utilizan bandas con cubierta perfilada o bandas con listones transversales, de forma que pueden conseguirse ángulos de hasta 50° (con bandas planas solo se consiguen ángulos menores)

Ventajas:

- Transporte muy cuidadoso.

- Grandes capacidades.
- Utilización universal.
- Potencia necesaria baja.
- Servicio con poco ruido.

Desventajas

- Producción de polvo.
- Dispositivos intermedios de traslado complicados.
- Requiere de gran espacio.

3.2.3.5. Transportador de Cadena

El transportador de cadena es idóneo para todos los productos gruesos hasta harinosos que no sean pegajosos, sobre todo para capacidades grandes y recorridos de transporte medio (50 a 100m).

Normalmente el transporte es solo en una dirección. Transportadores de caja doble permiten el transporte en ambas direcciones. Esto también es posible en transportadores de cadena que están contruidos de manera que puede ser cambiado el giro del motor

Ventajas

- Potencia necesaria pequeña.
- Gran capacidad.
- Transporte delicado.
- Posibilidad de ejecuciones contra lluvia, aire y polvo.
- No acumulaciones ni atascamientos.
- Utilizable para prácticamente todos los productos.

Desventajas

- No vacía completamente
- Desgaste de la cadena.
- Marcha con mucho ruido.

3.2.3.6. Transporte Neumático

Es el movimiento de sólidos de un lugar a otro por medio de un gas comprensible normalmente, aire a presión. Este movimiento se genera por el diferencial de presión, que siempre será del punto de mayor presión al de menor presión.

Ventajas (En comparación con transporte mecánicos)

- Requiere poco espacio
- Limpio.
- Vaciado completo.
- Muy flexible.
- Transporte en todas direcciones.

Desventajas

- Potencia necesaria relativamente alta.
- Mayor desgaste.
- Mayores costos de servicio.

3.2.3.7. Comparación Transporte Neumático Positivo y Negativo.

Neumático a succión (negativo)

Ventajas

- Al principio del tubo se tiene baja presión.
- Con ellos tenemos una solución sencilla y barata, sin polvo en la recepción del producto.
- Trabaja libre de polvo.
- Con el mismo ventilador, desde diversas entradas se pueden transportar hasta una estación de salida

Desventajas

- Para un servicio ligero seguro son necesarias velocidades más altas
- La línea solo trabaja económicamente con una baja presión de 0,4-0,5 bar

Neumático a presión (positivo)

Ventajas

- Servicio más adecuado que a succión

- Transporte con presiones más altas
- En grandes distancias solo se puede transportar económicamente con transporte a presión
- Con un solo soplante se puede transportar a múltiples salidas.

Desventajas

- Las esclusas producen siempre aire falso por el cual al tratar de alimentar productos ligeros causa problemas de entrada de material en la esclusa y en el manejo

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Es fundamental fijar la metodología a seguir para lograr las metas señaladas anteriormente en los objetivos, por lo que este capítulo describe cómo se realizó el estudio para responder al problema planteado, así como también se estableció una serie de fases que ayudaron a alcanzar la solución que mejor compensó la situación problemática.

4.1 Tipo de Investigación

En este sentido se comprende, que es un proyecto factible por dar una solución viable a cierta problemática. Arias (2016), “Se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización” (p.134).

La naturaleza de la investigación se basa en proponer un dispositivo de almacenamiento vertical, que permita lograr un mejor aprovechamiento del espacio dentro de los almacenes, disminuya los tiempos de preparación de pedidos para las líneas de producción y reduzca los riesgos de accidentes en la industria.

4.2 Diseño de la Investigación

De acuerdo a Hernández, R; Fernández, C. y Baptista, P. (2014) “El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema.” (p. 128).

Arias (2016), clasifica la investigación, con respecto al diseño, como: documental, de campo y experimental; siendo la investigación de campo definida como:

La Investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. (Arias, 2016, p. 32).

El plan mencionado incluye procedimientos y actividades tendientes a encontrar la respuesta a la pregunta de investigación; en este orden de ideas, se dio una explicación detallada del desglose de cada fase ejecutado durante la ejecución de la investigación.

4.3. Nivel de la Investigación

La presente investigación es en esencia descriptiva, porque se observa y describe el comportamiento de un sujeto u objeto. Arias la describe como:

Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (Arias, 2016, p.24).

Es un proyecto de nivel descriptivo, porque permite poner de manifiesto conocimientos teóricos en el diseño de máquinas (Sabino, 1994), además permitió llevar a cabo la definición de diferentes aspectos que constituyen la situación problemática actual, sirve para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes.

El objetivo principal de una investigación de tipo descriptivo, es describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos. El presente trabajo de pasantía se basa en un nivel investigativo descriptivo. En este sentido, el nivel de este proyecto de investigación se define como descriptivo y explicativo puesto que se basa en determinar las causas que están ocasionando un efecto de índole no deseado. Donde estas causas obtenidas como producto de una caracterización y diagnóstico del sistema actual, en conjunto con los principios teóricos de diseño para este tipo de aplicaciones, permitió generar una propuesta de rediseño que mitigue el impacto encontrado actualmente.

4.4. Población y Muestra

4.4.1. Población

En lo que respecta a población, se establece que:

La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuáles serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. (Arias, 2016, p.81)

4.4.2. Muestra

“La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (Arias, 2016, p. 83). Tomando esto de referencia se tiene que la muestra es un grupo que es seleccionado en la zona de estudio del proyecto que representara a la población.

4.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Bostwick y Kyte (2.005), citados por Hernández, et al. (2014) señalan que:

La función del instrumento de medición es establecer una relación entre el mundo real y el mundo conceptual. El primero provee evidencia empírica y el segundo proporciona modelos teóricos para encontrar sentido al segmento del mundo real que se trata de describir. (Hernández, et al, 2014, p. 199).

En la presente investigación, se planteó utilizar técnicas de análisis documental, para conocer, entender y aplicar los conocimientos necesarios para realizar un diseño para el buen funcionamiento de la molienda de materia prima para obtener harina precocida de maíz, en donde la hojuela precocida de maíz es reducida progresivamente de tamaño en los bancos de molienda.

Dentro de las técnicas de recolección de datos se tiene la observación cuantitativa la cual está comprendida por la observación directa e indirecta de lo observado en el área de estudio. Bostwick y Kyte (2.005), citados por Hernández, et al, (2014), afirman que la observación directa, es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. Mientras que la observación indirecta es aquella en la cual es investigador corrobora los datos que han sido adquiridos durante

el experimento. En virtud de lo mencionado, las técnicas utilizadas para obtener datos fueron:

Técnicas de observación: consiste en la recolección de información en forma de datos, inspección visual del área, anotación y descripción de los procesos y equipos de estudio, para seleccionar, organizar y relacionar los datos presentes.

Técnica de investigación bibliográfica: se basa en obtener, consultar y recopilar datos para el estudio y posterior diseño, seleccionando los aspectos más importantes que resultan útiles para el desarrollo de la investigación.

4.6 Fases de la investigación

En este apartado se describe el procedimiento que fue ejecutado durante el desarrollo de la investigación, la misma está desplegada en cuatro fases las cuales proporcionan el cumplimiento a los objetivos específicos ya mencionados. En este orden de ideas, se da una explicación detallada del desglose de cada fase que se llevó a cabo durante la ejecución de la investigación.

El informe de pasantías se realizó bajo un esquema de investigación de campo de carácter descriptivo y evaluativo, ya que los datos y las variables de estudio se obtendrán directamente del lugar de investigación, con el objetivo de estudiar y analizar su comportamiento y estructura de la máquina. Basados en una investigación, documental y de campo, es posible desarrollar una estrategia que facilite la realización del proyecto. Estas características lo ubican dentro de los lineamientos factibles de un proyecto que propone una solución viable al problema planteado. Ahora bien, una vez mencionado lo anterior, se entiende que este esquema de trabajo se caracteriza por cumplir con los lineamientos requeridos para solventar una problemática según la solución propuesta, dentro de la planta sucursal HARICENCA. C.A. ubicada en Cagua, Estado Aragua.

Fase I: Identificar las capacidades de los equipos a disposición en la planta sucursal HARICENCA. C.A. ubicada en Cagua, Estado Aragua, tomando en cuenta las especificaciones técnicas de los mismos predeterminadas por el fabricante, tales como, capacidad, dimensiones, tipo de maquinaria, entre otros.

Fase II: Determinar el espacio físico dentro de la planta sucursal HARICENCA. C.A. ubicada en Cagua, Estado Aragua, siendo esto de vital importancia para distribuir la maquinaria y equipos a disposición adecuadamente, tomando valores de referencia bibliográficas para apartar espacios dedicados a mantenimiento y limpieza de los mismos.

Además de la distribución de equipos se debe realizar en orden, teniendo en cuenta el proceso completo, identificando en que modulo comienza el ciclo, determinar qué espacio consume, y luego, distribuir los equipos del sistema de molienda.

Fase III: Diseñar el sistema de molienda considerando la maquinaria disponible, para posteriormente, identificar las capacidades de los equipos y su debida distribución en el espacio a disposición de la planta sucursal HARICENCA. C.A. ubicada en Cagua, Estado Aragua; luego se procede a diseñar, tomando en cuenta referencias bibliográficas, utilizando fórmulas pertinentes a lo que se requiere para calcular cada uno de los valores necesarios del proyecto investigativo.

Fase IV: Calcular las estructuras bases, las cuales soportan fuerzas que ejercen las maquinarias, seleccionando que tipo de estructura y material se utilizara para cada máquina en específico; asimismo, según valores determinados, se procede a realizar los cálculos para la selección de transporte neumático negativo y de igual manera, se toman en cuenta estos valores para el cálculo del sistema de aspiración.

CAPÍTULO V

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez realizados todos los procedimientos necesarios que competen a trabajo de investigación, se procede a describir los resultados obtenidos durante el periodo de pasantías por el pasante, plasmados en esta sección, para que el conocimiento adquirido sea compartido.

5.1 Identificar las capacidades de los equipos

Un sistema de molienda está compuesto por una serie de maquinarias, conectadas entre sí, creando un ciclo abierto de un proceso industrial para elaborar harina precocida de maíz; cada una de estas maquinarias a disposición en la planta sucursal HARICENCA, ubicada en Cagua, Estado Aragua, deben ser estudiadas para obtener la información adecuada, evaluando datos como capacidad, modelo, serial, ubicación, entre otros aspectos que se especificarán más adelante.

La planta sucursal HARICENCA, ubicada en Cagua, Estado Aragua, tiene a disposición tres (3) bancos de molienda, marca CANAL BARCELONA, elaborados en la sucursal de Pané, tal como se observa en la figura 1, de origen español, con cuatro (4) rodillos de 800 mm de longitud y un diámetro de 250 mm por cada banco de molienda, además de dos (2) rodillos alimentadores para cada par de rollos, mostrados en la figura 2, que regulan la cantidad de producto que entra en cada par de rodillos para proceder a reducir el tamaño de la hojuela precocida de maíz progresivamente según la rotura por donde pase el producto, es de hacer notar que los rodillos giran en sentido contrario uno con respecto al otro y a diferentes velocidades.



Figura 1: Placa de los bancos de Molienda.
Fuente: Propia. (2021)



Figura 2: Rodillos Alimentadores para el Banco de Molienda.
Fuente: Propia. (2021)

Todos los bancos de molienda cuentan con dos (2) pares de rodillos, los cuales pueden cambiar su estriadura por cada par según el tipo de rotura que procesa. Para calcular los índices de molienda se hace una sumatoria de las longitudes de los pares de rollos de molienda y se le asigna a cada banco la carga o flujo de material que le corresponde.

Como son 3 bancos de molienda con dos rodillos cada uno de 800 mm, implica que cada banco posee 1600 mm (800 mm x 2) de longitud efectiva de molienda (LEM) para un total de 4800 mm a disposición de la planta procesadora, datos con los cuales se procederá a calcular el sistema de molienda.

En la planta de HARICENCA se tiene a disposición los siguientes bancos de molienda, los cuales deben estar posicionados en área de molienda según su rotura:

- Un (1) banco de molienda establecido para primera rotura B1 (BREAK 1). (Estriadura por cm entre 4-6 aprox.).
- Un (1) banco de molienda establecido para segunda rotura B2 (BREAK 2). (Estriadura por cm entre 6-8 aprox.).
- Medio (1/2) banco de molienda establecido para tercera rotura B3 (BREAK 3). (Estriadura por cm entre 8-10 aprox.).
- Medio (1/2) banco de molienda establecido para cuarta rotura B4 (BREAK 4). (Estriadura por cm entre 10-12 aprox.).

En las figuras 3, 4 y 5 se ilustran los bancos de molienda en sus diferentes vistas. Asimismo, en la figura 6, se muestra el rodillo de molienda que componen un banco de molienda.



Figura 3: Vista Frontal – Banco de Molienda.
Fuente: Propia. (2021)



Figura 4: Vista Lateral – Banco de Molienda.
Fuente: Propia. (2021)



Figura 5: Vista Isométrica – Banco de Molienda
Fuente: Propia. (2021)



Figura 6: Rodillos de molienda.

Fuente: Propia. (2021)

Cabe destacar, que por cada par de rodillos (también conocido como cada medio banco de molienda), se necesita un motor de 20 HP de potencia para bancos de molienda de primera rotura y un motor eléctrico trifásico de 15 HP de potencia para el resto de las roturas. Es ineludible mencionar que cada banco de molienda tiene en su cuerpo dos (2) motores eléctricos trifásicos, por consiguiente, la planta sucursal posee seis (6) motores específicamente para bancos de molienda a disposición. El siguiente esquema en la figura 7 muestra cómo están ubicados los rodillos dentro del banco de molienda según una vista lateral de la maquinaria.

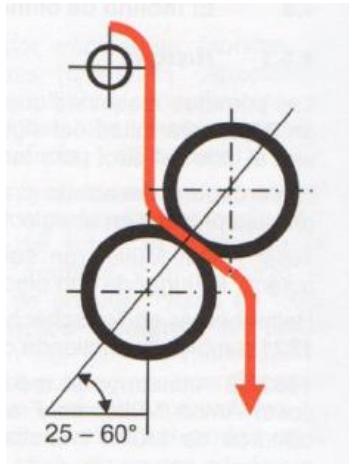


Figura 7: Ilustración esquema rodillos – alimentadores
Fuente: Bühler Holding AG. **Tecnología y Mecánica Molinera.** (2009).

Además, para obtener una granulometría de grano adecuado y cumplir con los parámetros de calidad de la harina precocida de maíz, cada banco de molienda según su ubicación y paso, tiene una estriadura específica por cada par de rodillos, ilustrado en la figura 8, mientras más adelantado esté el producto en el proceso, tendrá mayor número de estrías por centímetro, aumenta la inclinación y cambian los tipos de estrías en los mismos.

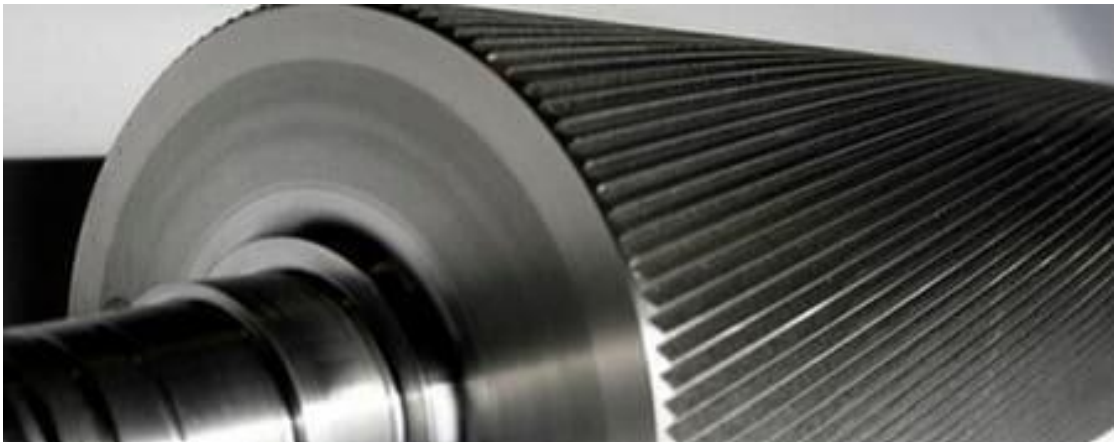


Figura 8: Ejemplo estriadura e inclinación de rodillo de molienda.
Fuente: Propia. (2021)

Asimismo, la planta procesadora cuenta con un cernedor marca OCRIM, de once (11) hileras x seis (6) pasajes de bandejas rectangulares, con un área de malla de 0,243 metros cuadrados. Este cernedor posee un área total de malla de 16,04 metros cuadrados, dato importante para proceder a diseñar el sistema de molienda. El cernedor cuenta con un motor eléctrico trifásico de 5 HP, además de un contrapeso que permite la oscilación de manera uniforme, permitiendo al producto atravesar las distintas mallas según sea su granulometría.

Cada pasaje posee dos (2) salidas según el esquema de las mallas; a saber, una (1) de harina terminada que seguirá la vía hacia el tanque de almacenamiento de producto final y otra que se dirigirá a la siguiente rotura. En las figuras 9 y 11 se observa el cuerpo del cernedor en sus diferentes vistas. Además, en la figura 10 se muestra la placa de la maquinaria donde se observa la marca.



Figura 9: Vista Frontal Cernedor OCRIM.
Fuente: Propia. (2021)



Figura 10: Placa Cernedor OCRIM.
Fuente: Propia. (2021)



Figura 11: Vista Lateral Cernedor OCRIM y Estructura.
Fuente: Propia. (2021)

En la figura 12 se observa la entrada de producto por el cernedor, donde procede a ser cernido y distribuido según se requiera. El contrapeso del cernedor, indicado en la figura 13, ayuda a mantener un balance adecuado en el movimiento oscilatorio de la maquinaria. Además, el encargado de accionar el cernedor es un motor eléctrico trifásico acoplado a un motor-reductor, como se analiza en la figura 14.

En este mismo orden de ideas, ambas maquinarias en conjunto, forman un sistema de molienda para harina precocida de maíz, además del transporte neumático negativo que transportará el producto por todo el proceso industrial.

De igual manera se necesitará una estructura que sostenga cada una de las maquinarias, la cual se va a calcular más adelante.



Figura 12: Entrada de Producto en Cernedor OCRIM.
Fuente: Propia. (2021)



Figura 13: Contrapeso Móvil de Cernedor OCRIM.
Fuente: Propia. (2021)



Figura 14: Polea y Motor-Reductor de Cernedor OCRIM.
Fuente: Propia. (2021)

5.2 Determinar el espacio disponible dentro de la planta.

Las instalaciones de la planta sucursal HARICENCA ubicada en Cagua, Estado Aragua, posee un terreno amplio disponible para distribuir cada una de las maquinarias a disposición, teniendo en cuenta los distintos módulos que una planta de harina precocida de maíz debe tener. Se hizo una investigación de campo dentro de las instalaciones de la empresa, en la cual el pasante realizó mediciones en todo el terreno y en las estructuras civiles, además de hacer una comparación con los planos ya existentes.

El terreno posee 123 metros de largo y 17 metros de ancho, donde abarca la zona de galpón, la zona de recepción y estacionamiento, contando con un área total de 2.091 metros cuadrados. El galpón tiene medidas de 40,6 metros de largo por 17 metros de ancho, con un total de 690,2 metros cuadrados, espacio que se dispone para la distribución del sistema de molienda a calcular, además de los distintos módulos del resto de los subprocesos que conforman una planta procesadora de harina precocida de maíz. Adicionalmente estas instalaciones cuentan con un retiro al fondo del galpón con medidas de 11,5 metros de largo y 17 metros de ancho, que conforma un área total de 195,5 metros cuadrados, espacio que es actualmente utilizado por la empresa como almacén. En la figura 15 se muestra el plano realizado mediante AutoCAD.

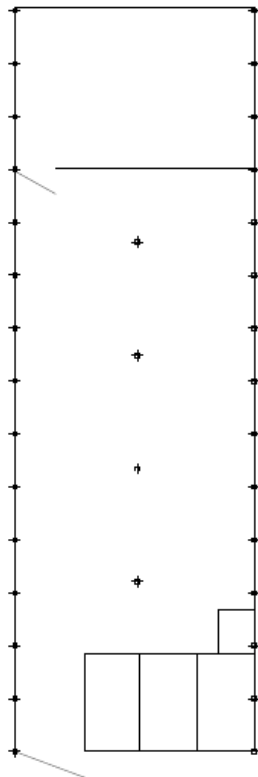


Figura 15: Plano de Planta Sucursal HARICENCA en AutoCAD.
Fuente: Propia. (2021)

La figura 16 muestra las instalaciones de la planta sucursal HARICENCA C.A. Indicando el espacio disponible para la distribución de los distintos módulos de molienda.



Figura 16: Instalaciones de Planta Sucursal HARICENCA.
Fuente: Propia. (2021)

5.3 Diseñar el sistema de molienda considerando maquinaria disponible.

5.3.1 Bancos de Molienda

Analizando la información correspondiente recolectada con antelación por el autor del presente trabajo de investigación, se puede demostrar mediante métodos matemáticos el diseño de un sistema de molienda. Ya explicada cada una de las maquinarias a disposición, además del espacio disponible en cuanto a instalaciones por parte de la Planta Sucursal HARICENCA, ubicada en Cagua, Aragua, se procede a distribuir las maquinarias en el espacio disponible. Se toma en cuenta las dimensiones de las máquinas y la secuencia de roturas de los bancos de molienda, para realizar un lay out adecuado como se puede observar a continuación, utilizando el software de diseño AutoCAD de la empresa Autodesk. En la figura 17 se muestra lo descrito anteriormente.

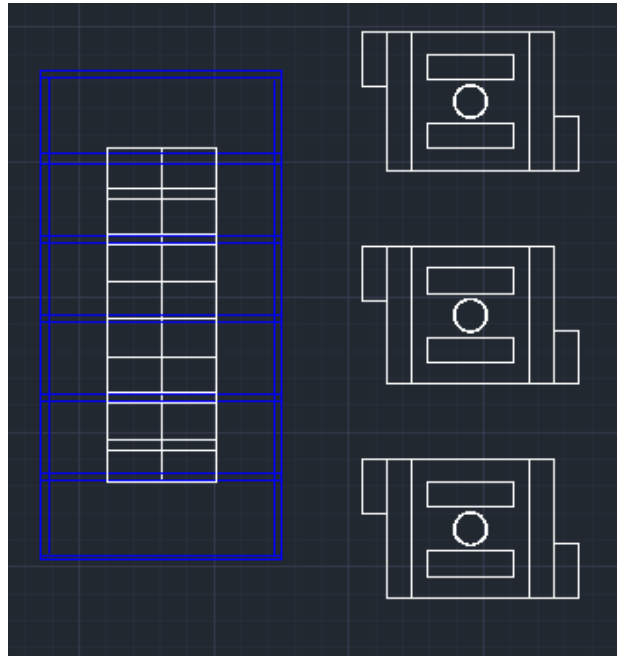


Figura 17: Posición de las maquinarias disponibles en planta.

Fuente: Propia. (2021)

El cernedor OCRIM cuenta de 6 pasajes, cada pasaje posee 11 hileras de bandejas con su respectivo arreglo de mallas, que realizan el trabajo de cernido; a su vez, existen 3 bancos de molienda, cada banco posee 2 roturas, es decir, hay 6 roturas a disposición para la producción. En este orden de ideas, se hará una distribución de 1 pasaje por cada rotura, es decir, se utilizará 2 pasajes por cada banco de molienda existente. Para la distribución de espacio dentro de las instalaciones de la planta se dividirá éste en los distintos módulos o subprocesos que componen la línea de producción de harina precocida de maíz (recepción, desgerminación - limpieza, laminación - secado, molienda y empaquetado), debido a esto, se seleccionó la zona para el sistema de molienda mostrada a continuación, entendiendo que el resto del área del galpón que aún está disponible será destinado a los otros módulos de producción.

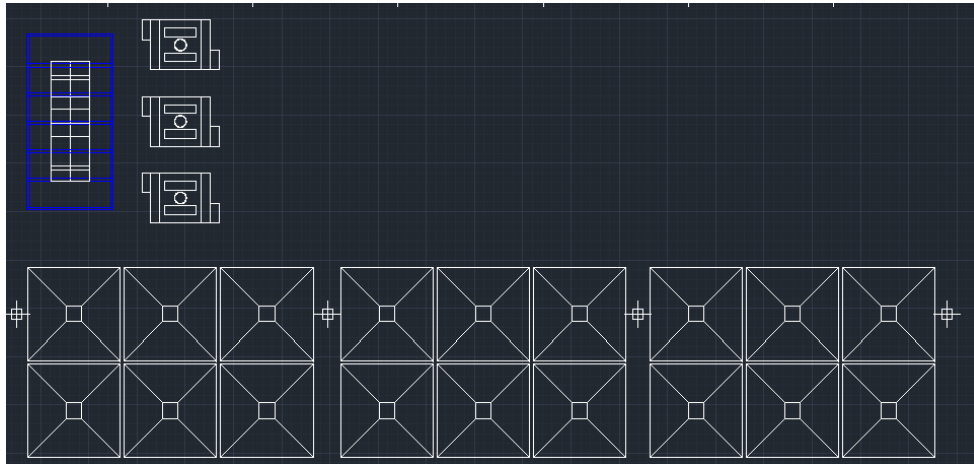


Figura 18: Vista Superior de las instalaciones de HARICENCA, con sistema de molienda y 18 tanques de almacenamiento incorporados.

Fuente: Propia. (2021)

Ahora bien, ya realizada la distribución de maquinarias dentro del espacio disponible, se procede a calcular el sistema de molienda, tomando en cuenta la capacidad total e individual de cada maquinaria. El pasante realizó una tabla de valores que se muestra a continuación. La figura 18 muestra el plano de AutoCAD en una vista superior de la planta sucursal HARICENCA C.A., en conjunto al sistema de molienda y los tanques de almacenamiento del producto en sus diferentes procesos.

En la tabla 1 se muestran los índices empíricos de L.E.M. (Longitud Específica de Molienda) en plantas de harina de maíz precocida, con los cuales se determinará la longitud de molienda necesaria para la capacidad de 2000 kg/h.

Tabla 1: Tabla de datos de bancos de molienda
Pasajes Usuales en Molinos de Harina de Maíz Precocida

(Factor de Longitud de rodillos y LEM)	
Pasajes	L.E.M = mm/dton/24h
B1	2,87....(2,08).....1,67
B2	2,30....(1,56).....1,67
B3	2,30....(1,56).....1,67
B4	2,30.....(1,04)

Fuente: Recopilación Empírica Tutor Industrial Ing. Pedro Santiago

Se tiene un valor denominado L.E.M. (Longitud Específica de Molienda) que indica la cantidad de milímetros de molienda que se van a utilizar por cada decitonelada de producto en un lapso de tiempo de 24 horas, representado por la unidad mm/dton/24h (milímetros de molienda por cada decitonelada en 24 horas). En este orden de ideas, se establece en la tabla 1 la longitud de molienda específica por cada rotura de molienda, obteniendo así, que por el primer banco de molienda destinada a rotura B1, se utilizará 2,08 mm/dton/24h (milímetros de molienda por cada decitonelada en 24 horas); de igual manera, el segundo banco con roturas B2, utilizará 1,56 mm/dton/24h (milímetros de molienda por cada decitonelada en 24 horas); a su vez, la tercera rotura reflejada en medio banco de molienda, tiene un valor de L.E.M. de 1,56 mm/dton/24h (milímetros de molienda por cada decitonelada en 24 horas) y la última rotura B4, también llamada como “cola”, tiene un valor de L.E.M. de 1,04 mm/dton/24h.

En la tabla 1 mostrada anteriormente, se pueden observar valores referenciales utilizados en el universo molinero, indicando que, si se excede de los valores promedios indicados entre paréntesis, se refiere a una longitud específica de molienda holgada con respecto al sistema de molienda, conocida como exceso de longitud de

molienda, dando oportunidad a los directivos de la empresa de aumentar la capacidad de producción; en caso contrario, si se toma un valor por debajo del promedio, se refiere a una longitud específica de molienda saturada con respecto a la capacidad que se tiene, pudiendo ocasionar limitaciones en la capacidad. Sin embargo, la producción no depende únicamente del módulo de molienda, sino también de muchos aspectos más, tales como espacio, capacidad de los demás módulos, cantidad de operadores y supervisores de línea, experiencia del personal, capacidad de almacenamiento de materia prima y producto terminado, tránsito de vehículos de carga pesada para transportar materia prima o producto terminado, entre otros.

Como ya se mencionó, hay 3 bancos de molienda, el primer banco de molienda contiene 2 roturas B1 (BREAK 1, entre 4-6 estrías/cm), el segundo banco de molienda está compuesto por 2 roturas B2 (BREAK 2, entre 6-8 estrías/cm) y el tercer banco de molienda se distribuye en una rotura B3 (BREAK 3, entre 8-10 estrías/cm) y una rotura B4 (BREAK 4, entre 10-12 estrías/cm), cabe recalcar que la longitud de los rodillos de molienda es de 800 mm. El sistema de molienda tendrá una capacidad de 2000 kg/h (dos mil kilogramos por hora), sin embargo, en términos de molinería es más común utilizar la unidad dton/24h para estos valores, el equivalente de 2000 kg/h es 480 dton/24h. (cuatrocientos ochenta decitoneladas por cada 24 horas).

Para hacer el cálculo de las longitudes mínimas de molienda por cada rotura se procede de la siguiente manera:

1.- Se toma el valor promedio de la tabla 1 (indicado entre paréntesis) de L.E.M. para la primera rotura (B1) de 2,08 mm/dTM/24h y se multiplica por la capacidad de 480 dton/24h, dando como resultado una longitud de 998,4 mm. Si se tienen disponibles bancos de 800 mm de longitud, se infiere que se necesitara más de un par de rollos; ya que 998,4 mm es mayor que la longitud de un par de rodillos; por lo tanto, se selecciona dos medios bancos de molienda o lo que es lo mismo un banco completo de molienda para el B1.

2.- Se procede de la misma forma para el banco B2, tomando el índice de 1,56 mm/dTM/24h y se multiplica por la capacidad de 480 dton/24h, dando como resultado

una longitud de 748,8 mm. Para esta longitud se selecciona un medio banco de 800 mm.

3.- Para el banco B3 se usa el valor específico de 1,56 mm/dTM/24h y se multiplica por la capacidad de 480 dton/24h, de donde se obtiene una longitud de molienda de 748,8 mm que determina la selección de medio banco de 800 mm.

4.- Finalmente para el B4, con el índice de 1,04 mm/dTM/24h al multiplicarlo por 480 dton/24h surge el valor de 499,2 mm; y de igual manera trata de medio banco de 800 mm.

Es de hacer notar que al haber tres (3) bancos de molienda se infiere la presencia de 6 medios bancos, y el resultado parcial de los cálculos implica la instalación de 5; por lo tanto, como no se pueden separar los bancos enteros debido a que presentan una sola estructura base, se procederá a asignar al banco B2 un medio banco adicional.

Al tener la segunda rotura B2 un banco entero, a nivel operativo lo que se estila es la distribución del flujo en los dos medios bancos, los cuales operaran holgados en cuanto al desgaste y consumo de potencia.

A continuación, se presenta la tabla 2 con el resumen de la distribución de las roturas.

Tabla 2: Tabla de datos de bancos de molienda

Molienda 1					
HARICENCA	Cap. (dton/24h)		480	Cap: t/ hr	2
	Pasaje	Cant. Molinos	Long. Cilindros (mm)	(mm)	L.E.M = mm/dton/24h
	B1	2	800	1600	2,08
	B2	2	800	1600	1,56
	B3	1	800	800	1,56
	B4	1	800	800	1,04
			Total	4800	6,24
Total HARICENCA		6,24	mm/dton/24hr		

Fuente: Propia. (2021)

En resumen, se hizo un análisis para el sistema de molienda, específicamente en los bancos de molienda, observando que las maquinarias van a trabajar con una ligera holgura en cuanto a milímetros de molienda por capacidad, pudiendo aumentar ligeramente la capacidad de producción. Por lo que esto nos indica, que con los equipos a disposición puede cumplir la demanda establecida por los directivos de HARICENCA. Es importante recalcar, que todos los cálculos son estimando un sistema totalmente ideal, es decir, que puede haber ligeras variaciones al momento de producir, sin embargo, se mantiene dentro de los rangos recomendados.

Según lo expuesto en la tabla 2, la planta sucursal HARICENCA, puede tener una capacidad de 2000 kg/h sin saturar la maquinaria, debido a que los pares de rodillos no están siendo utilizados en toda su longitud; siendo el B3 el que presenta una longitud más larga calculada de 748,8 mm para una longitud real de 800 mm.

5.3.2 Cernedor.

El cernedor OCRIM posee 6 pasajes, además de 11 mallas por cada pasaje, el producto de cada una de las roturas de los bancos de molienda va dirigido a un pasaje, el cual va a ser cernido en este equipo. En la siguiente tabla se muestra la comprobación

de que la capacidad establecida por directivos de HARICENCA puede ser sostenida por la maquinaria, tomando como referencia valores empíricos de la industria.

Tabla 3: Tabla de datos de cernedor OCRIM.

HARICENCA CERNEDOR OCRIM					
	Cap.	48 (ton/24h)	2 (ton/h)		
Rotura	Pasaje	Mallas/Pasaje	Área de malla 0,495mm X 0,436mm	ÁREA POR PASAJE (m ²)	S.E.C (m ² /ton/24h)
B1	2	11	0,243	5,35	0,11
B2	2	11	0,243	5,35	0,11
B3	1	11	0,243	2,67	0,06
B4	1	11	0,243	2,67	0,06
			TOTAL (m²)	16,04	0,33

Fuente: Propia. (2021)

Tabla 4: Tabla de valores referenciales para cernedores

Área específica de cernido por pasaje individual	
Rotura	m ² /t 24 h
B1	0,11.....(0,08)
B2	0,10.....(0,06)
B3	0,08.....(0,06)...0,05
B4	0,06.....(0,04)

Fuente: Recopilación Empírica Tutor Industrial Ing. Pedro Santiago

Se presentan en la Tabla 3 los valores calculados para el cernedor que pertenece al sistema de molienda de la planta sucursal HARICENCA, se estiman 2 pasajes destinados a la primera rotura B1, con un área de malla a disposición para los mismos de 5,35 metros cuadrados, por lo que la superficie específica de molienda, expresada en la unidad m²/ton/24h (metros cuadrados utilizados por cada tonelada en 24 horas),

da un total de $0.11 \text{ m}^2/\text{ton}/24\text{h}$ para el banco de molienda utilizado para B1; en este mismo orden de ideas, el banco de molienda de segunda rotura B2, tiene exactamente los mismos datos que la primera rotura B1, con 2 pasajes utilizados, cada pasaje cuenta con 11 mallas con un área de 0.243 m^2 por malla, dando así un resultado total de $5,35 \text{ m}^2$ para ejecutar el proceso de cernido de esta rotura en específico, de igual manera, la superficie específica de cernido (S.E.C.) es de $0.11 \text{ m}^2/\text{ton}/24\text{h}$.

Asimismo, los bancos de molienda que se requieren para la tercera rotura B3 y cuarta rotura B4, van a requerir un pasaje por cada rotura, para ambas roturas, se planea utilizar un pasaje para cada una, que corresponde a un área de malla por pasaje de $2,67 \text{ m}^2$, y además, una superficie específica de cernido de $0,06 \text{ m}^2/\text{ton}/24\text{h}$ para ambos pasajes destinados a las dos últimas roturas.

Analizando la información obtenida de la tabla 3 y los valores referenciales de la tabla 4, se observa que el cernedor puede asumir más carga de la contemplada de 2 t/h ; ya que, se puede aumentar el flujo y los índices no alcanzarían los valores límites inferiores, lo que indica que el cernedor OCRIM, perteneciente al sistema de molienda de las instalaciones de la planta sucursal HARICENCA, puede asumir la capacidad de 2 ton/h (dos toneladas horas) con bastante holgura. La tabla a continuación presenta un ejemplo de aumento de capacidad a $2,7 \text{ t/h}$ para el mismo cernedor.

Tabla 5: Tabla de datos límites aproximados de cernedor OCRIM.

HARICENCA CERNEDOR OCRIM					
Cap. (ton/24h)		64,8	2,7 ton/h		
Rotura	Pasaje	Mallas/Puerta	Área de malla 0,495mm X 0,436mm	ÁREA POR PASAJE	S.E.C (m ² /ton/24h)
B1	2	11	0,243	5,35	0,08
B2	2	11	0,243	5,35	0,08
B3	1	11	0,243	2,67	0,04
B4	1	11	0,243	2,67	0,04
			TOTAL (m²)	16,04	0,22

Fuente: Propia. (2021)

En la tabla 5 se obtienen los datos límites aproximados en los que la maquinaria puede trabajar sin saturación de producto, bajo condiciones ideales. Comparando la información obtenida de la tabla 5 con la información de valores referenciales de la tabla 4, se observa que los valores de superficie específica de cernido (S.E.C.) se encuentran dentro de los parámetros preestablecidos.

5.4 Calcular las estructuras bases, los transportes neumáticos negativos y el sistema de aspiración.

5.4.1. Estructuras Bases.

En la planta sucursal HARICENCA C.A. se deben diseñar las estructuras bases para soportar los bancos de molienda de aproximadamente 2000 kg, además de tomar en cuenta el peso del producto mientras esté la maquinaria operativa y la vibración que esta ejerza sobre la estructura.

Conociendo el peso aproximado a soportar, el pasante realizando un estudio de mercado de precio y calidad, asimismo, de las capacidades de cada uno de los productos disponibles en catálogos de empresas fabricantes, hizo la selección de una viga

estructural cuadrada 155 mm x 155 mm como columna metálica de soporte, utilizando planchas metálicas para que estas mismas sean apoyadas sobre el suelo de la planta de producción; a su vez, se seleccionó una viga H como travesaño donde el banco de molienda estará apoyado. Esta va unida a la columna metálica mediante juntas tipo flanches, además de contar con una mezanina para tener acceso por motivos técnicos, operacionales o de mantenimiento a la maquinaria. En la siguiente figura se puede observar la maquinaria soportada por sus respectivas estructuras bases.

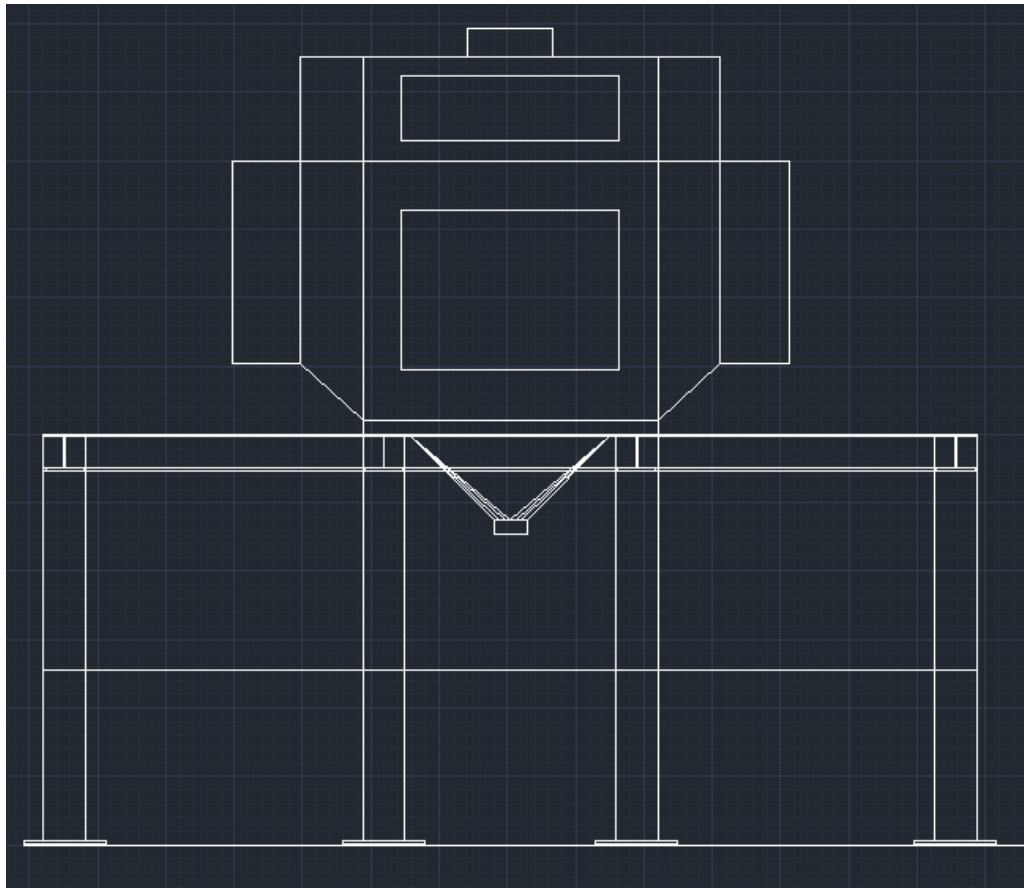


Figura 19: Banco de Molienda soportado por estructuras bases.

Fuente: Propia. (2021)

Es necesario hacer énfasis en que el pasante no realizó selección de estructuras para el cernedor; ya que, este equipo viene con estructuras bases designadas y diseñadas por el fabricante.

5.4.2. Transporte Neumático y Sistema de Aspiración.

Un transporte neumático puede ser calculado en positivo si el producto es transportado a través del empuje del aire, o negativo, si el producto es transportado mediante la succión del aire. En la planta sucursal HARICENCA C.A. particularmente se va a calcular un transporte neumático negativo, que transportará el producto a través de sus tuberías de los bancos de molienda a su pasaje respectivo, y además, una vez cernido el producto por el cernedor correspondiente, será enviado, según su clasificación granulométrica a la rotura que corresponda.

En la Figura 20 se muestra la distribución de las tuberías neumáticas con sus respectivos ciclones a cada uno de los pasajes del cernedor según la rotura. Por encima del cernedor se instalarán ciclones para realizar la separación sólido-gas, retirando el producto sólido del aire; es decir, dentro de este artefacto ocurre una decantación de producto. El material cae a una esclusa accionada por un motor eléctrico trifásico, dosificando el producto sobre el pasaje y además evitando entrada de aire falso no deseado de la atmosfera al sistema de transporte neumático, por lo tanto, también cumple la función de un sello. Luego el producto se descarga sobre el pasaje correspondiente del cernedor según la rotura, ocurriendo el proceso de tamizado.

El cernedor OCRIM cuenta con 6 pasajes para el tamizado del producto, asimismo, hay 3 bancos de molienda como fue mencionado con antelación, donde están asignados 2 pasajes por cada banco de molienda. Es necesario para que el producto entre en cada uno de los pasajes la instalación de un ciclone por cada pasaje del cernedor, por consiguiente, se instalarán 6 ciclones que realizarán la tarea explicada anteriormente; y además cada uno debe tener una esclusa neumática en su descarga. En este mismo orden de ideas, se le asignó un color de tubería neumática a cada pasaje con su respectiva rotura, como se puede observar, el color de tuberías rojo corresponde a la rotura B1/1 y la rotura B1/2, el color de tuberías azul celeste hace referencias a las segundas roturas B2/1 y B2/2, de igual manera el color de tuberías verde pertenece a la tercera rotura B3 y, por último, el color de tuberías amarillo indica que es la tubería

neumática para la última rotura o cola B4. Cabe recalcar, que todas las esclusas son accionadas por un mismo motor eléctrico trifásico y están acopladas entre sí mediante un eje largo y acoples entre cada equipo, como se indica en un color Morado en la figura 21. Además, es ineludible mencionar que se debe realizar una distribución de cargas de manera de que el cernedor esté balanceado adecuadamente.

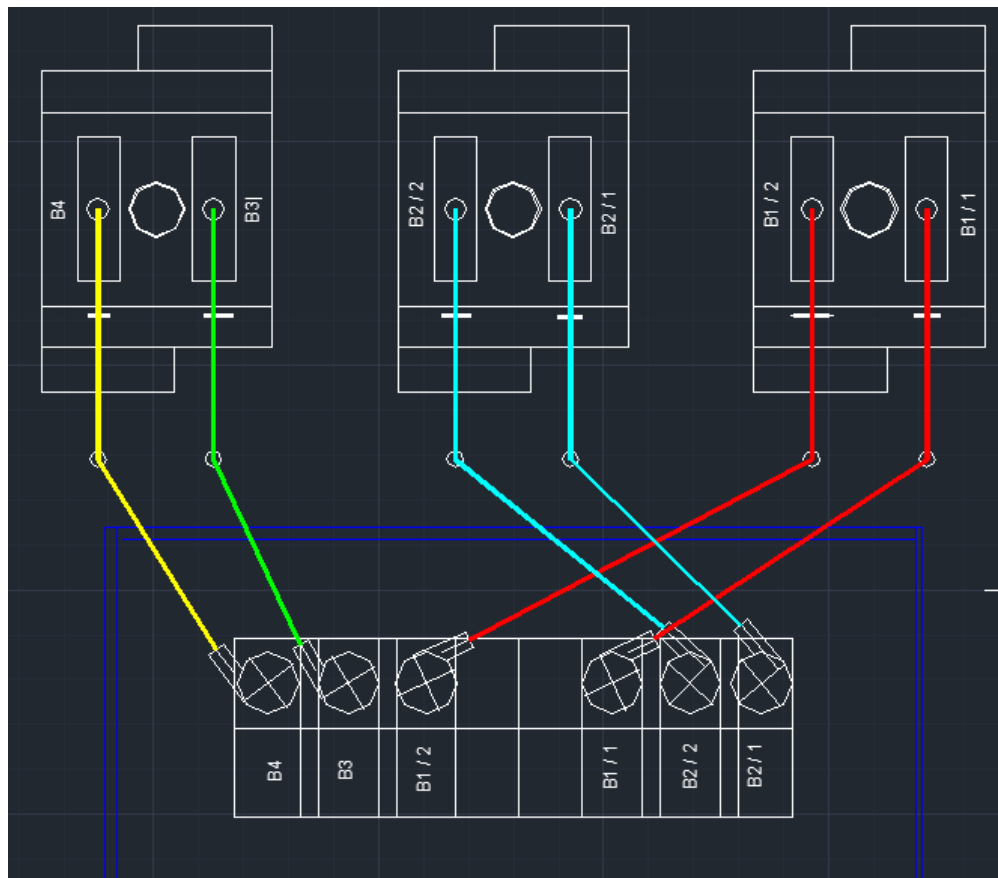


Figura 20: Distribución de tuberías neumáticas para cada pasaje.

Fuente: Propia. (2021)

Por otra parte, por cada pasaje del cernedor, existen 3 salidas distribuidas de la siguiente manera; a saber, dos salidas destinadas a producto terminado, listo para ser empaquetado y una salida para rechazo (siendo este rechazo el producto que va a la siguiente rotura). Debajo de cada salida va colocada una boca de inspección con forma de “T”, pieza utilizada para que el personal autorizado pueda extraer y revisar una

muestra de producto por medio de un visor con tapa desmontable. Seguidamente, se conectan en las salidas de estas bocas las tuberías de caída que alimentan a un tornillo helicoidal (tornillo sinfín), el cual transporta el producto a un silo de almacenamiento de producto terminado. Por otra parte, la boca de inspección que viene de la salida de rechazo va acoplada a una tubería neumática que transporta al mismo al banco de molienda que se requiera según su clasificación granulométrica.

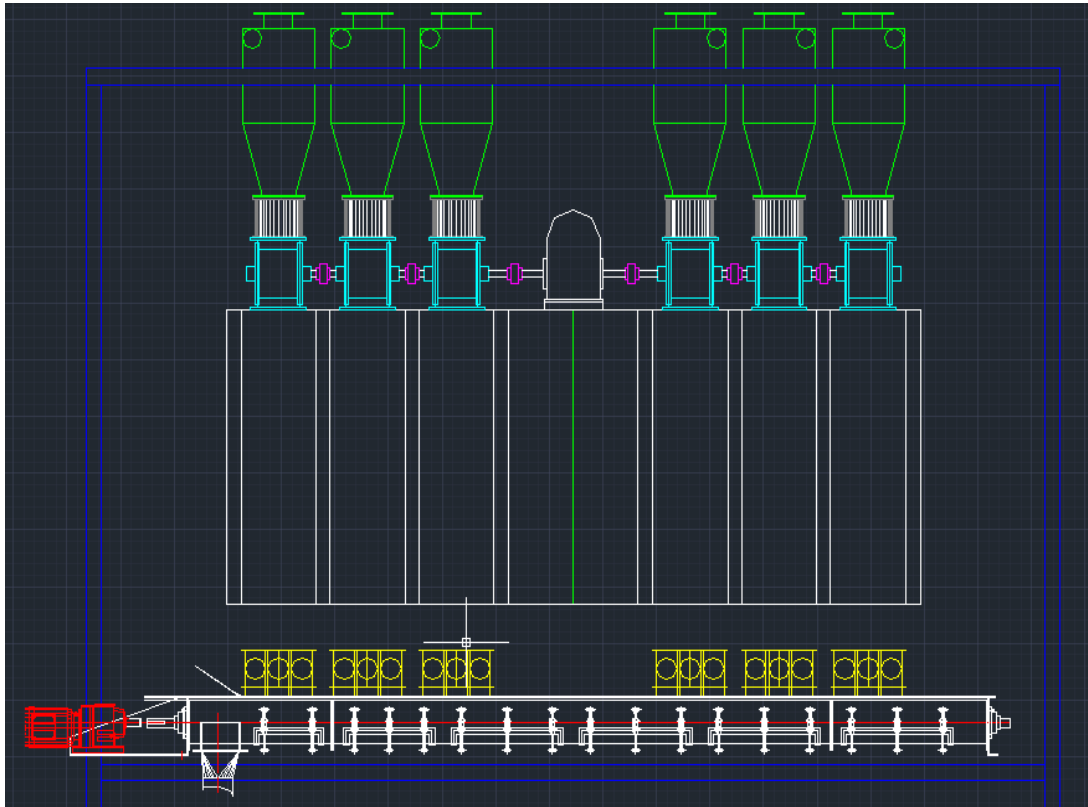


Figura 21: Vista frontal del cernedor con tornillo helicoidal, bocas de inspección, esclusas y ciclones.
Fuente: Propia. (2021)

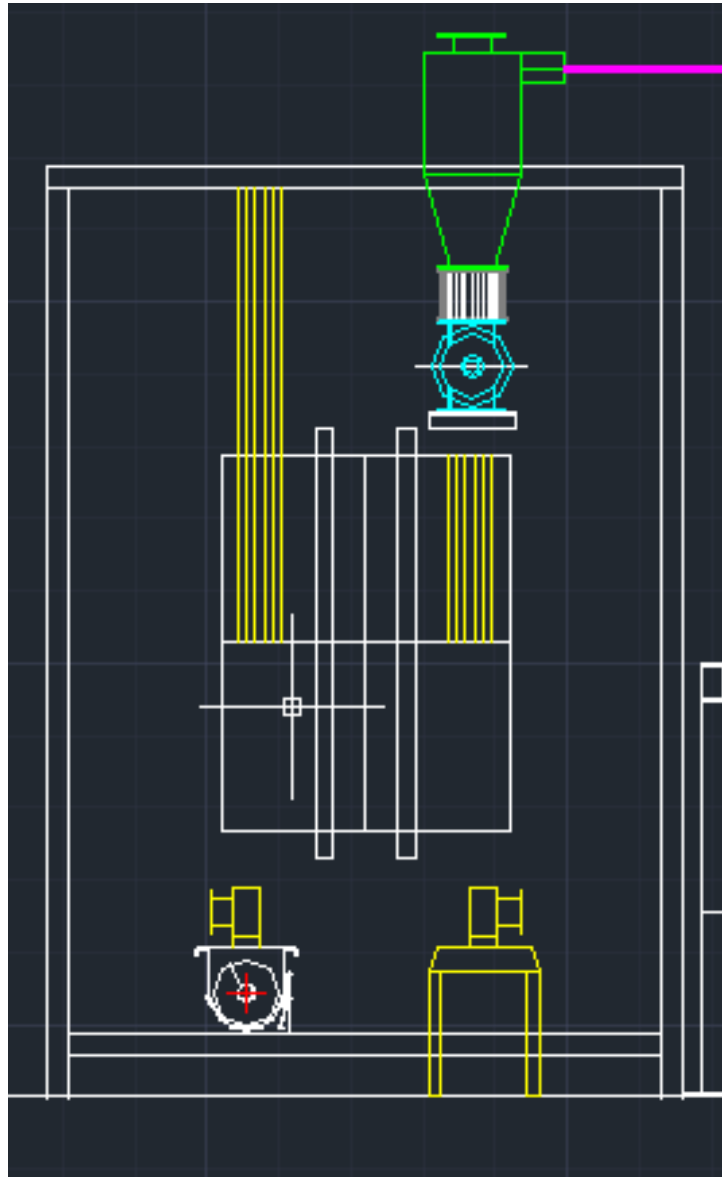


Figura 22: Vista lateral del cernedor con tornillo helicoidal, bocas de inspección, esclusas y ciclones.
Fuente: Propia. (2021)

En la figura 22 se muestra la vista frontal del cernedor con su entrada y salida de producto, pudiendo observar de mejor manera la ubicación de las bocas de inspección, es decir, específicamente en el lado izquierdo se detallan las bocas de inspección de producto terminado que van destinadas al tornillo helicoidal de harina

terminada, y por el lado derecho, la boca de inspección va soportada por una base metálica diseñada para la misma, por medio de la cual el producto se dirige a las demás roturas según su clasificación.

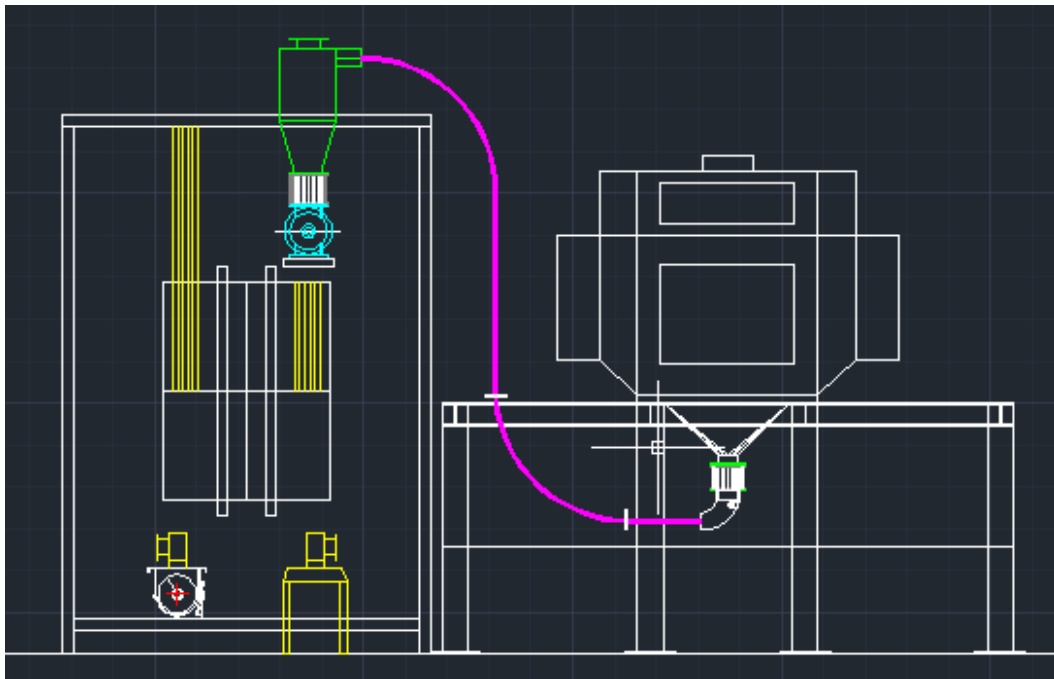


Figura 23: Vista Frontal de alimentación por transporte neumático negativo al cernedor.

Fuente: Propia. (2021)

En la figura 20 se puede apreciar la vista superior del transporte neumático negativo del sistema de molienda de harina precocida de maíz, específicamente la distribución de tuberías neumáticas según el pasaje y rotura correspondiente, a su vez, en la figura 23 se observa la vista frontal del sistema de transporte neumático negativo, detallando la salida de producto del banco de molienda; debajo del cual debe haber una tolva que suministre el producto al transporte correspondiente. En este arreglo, el producto se surte primero desde la tolva de descarga del banco de molienda a una mirilla acoplada con una pipa neumática. En la salida de la pipa, se procede a instalar la tubería de transporte neumático de tramo horizontal recto con una curva de 800 mm de radio para que la tubería neumática vaya en ascenso (dirección vertical) y el sistema

de tuberías cruce en la dirección adecuada, luego se completa con una curva hasta alcanzar la altura requerida, para finalmente girar en la horizontal conectándose con una tubería neumática recta hasta llegar a la entrada del cicloneo que le pertenece.

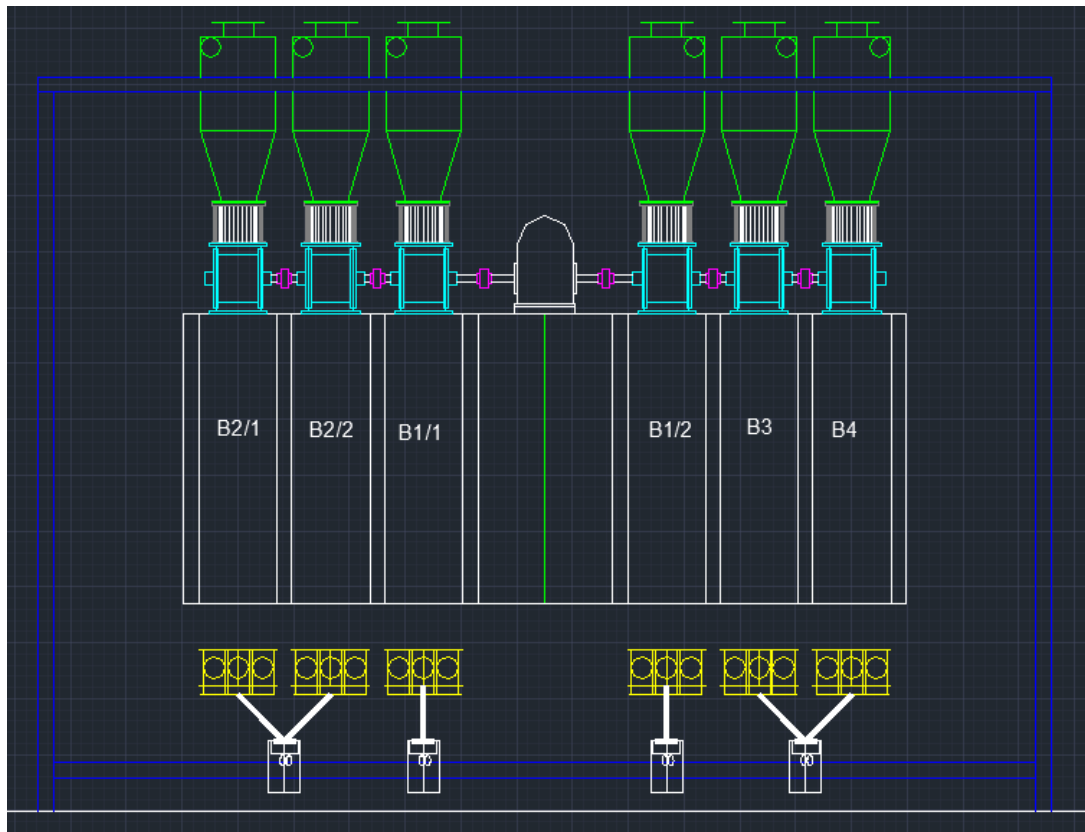


Figura 24: Vista Frontal de alimentación por transporte neumático negativo y salida del cernedor.

Fuente: Propia. (2021)

En la figura 24 se detalla la salida del rechazo del producto cernido; a saber, en los primeros 2 pasajes de la izquierda se ciernen las dos salidas del banco de molienda de segunda rotura, por lo que se procede a instalar, luego de las bocas de inspección de cada pasaje, una tubería con un ángulo de 45°, con el objetivo de que coincidan en una sola tubería para alimentar el medio banco de molienda de tercera rotura. y así no saturar este con dos líneas de tubería neumáticas, por lo que la maquinaria solo tendrá

un ciclone que alimente de producto al mismo. Los dos pasajes siguientes a la derecha, designados como B1/1 y B1/2, ubicados en los dos pasajes del medio del cernedor, se encargan de cernir el producto transportado desde este banco de molienda de primera rotura. Es de hacer notar, que la selección de esta ubicación de los B1 se debe a que esta rotura es la que más carga procesa de todos los bancos de molienda. Luego de las bocas de inspección, cada salida se conecta con una tubería de caída recta hacia abajo acoplada a una pipa neumática que envía el producto al banco de molienda de segunda rotura para que continúe el proceso de reducción de grano.

De igual manera, el quinto pasaje de izquierda a derecha, denominado como B3, es el pasaje que tiene como finalidad cernir el producto procesado por la tercera rotura, una vez que sea realizado la acción, es decir, esté cernido el producto, en la salida de la boca de inspección, se acopla una tubería a 45° para coincidir con el producto de salida del último pasaje, que está identificado como B4 en el esquema, que tiene como objetivo realizar el proceso de cernido del producto molido por parte del medio banco destinado a cuarta rotura.

Ahora bien, ésta por ser la última rotura del sistema de molienda, todo el rechazo que caiga del proceso de cernido del B4 debe volver a ser recirculado por los mismos rodillos de cuarta rotura, debido a que no existe una rotura de mayor reducción, por esta razón luego de la boca de inspección del último pasaje, va en acople una tubería de 45° igualmente, coincidiendo con la tubería que viene del pasaje B3, para que el producto sea enviado únicamente a la cuarta rotura o cola hasta que el producto cumpla con las condiciones adecuadas de granulometría para la harina precocida de maíz y de esta forma el cernedor logre clasificar esta corriente adecuadamente y la dirija al tornillo helicoidal de harina terminada.

Como ya se mencionó, en los ciclones ocurre la separación del material sólido de la corriente de aire, la cual tiene su salida en las boquillas superiores de los ciclones. Es importante hacer énfasis en que el flujo de aire que se separa en estos equipos contiene restos de polvo de harina que implica el uso de sistemas de filtrado del mismo, de tal forma que el aire se libere al medio ambiente libre de impurezas.

La siguiente fase del transporte neumático consiste en la recolección mediante un ducto común de todas las salidas de aire superiores de los ciclones hacia la succión del ventilador del transporte neumático negativo, en cuya descarga se conecta a un filtro de mangas con su ventilador auxiliar para la descarga de aire limpio hacia el exterior.

CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto se logra solventar una situación problemática que la empresa HARICENCA C.A ha planteado. Una planta de producción de harina precocida de maíz debe tener detalles cautelosos con respecto a calculo y diseño, especificando cada uno de los aspectos a considerar en los diversos módulos que la conforman; el módulo de molienda, no es la excepción, el diseño se realizó comprobando la capacidad de cada una de las maquinarias en conjunto con la capacidad de productiva diaria de la planta sucursal HARICENCA C.A., además de realizar la distribución adecuada, considerando máquinas disponibles, en las instalaciones dentro de la planta..

La harina precocida de maíz es un producto con una alta demanda en todo el territorio nacional, por lo que incursión de nuevas marcas al mercado benefician el desarrollo comercial y abastecen la demanda existente; sin embargo, se requiere un sistema que cumpla los estándares de calidad y eficiencia para lograr este objetivo, el investigador-pasante se dedicó a cumplir las expectativas de los directivos de la empresa, tomando referencias bibliográficas que aportaron al desarrollo de la investigación, así como se recopilaron referencias de plantas productoras de harina de maíz precocida, con datos empíricos que indican la factibilidad del diseño realizado en el desarrollo del informe de pasantías.

Además de todo lo explicado anteriormente, el producto debe ser transportado a lo largo de todos los módulos de la planta productora; particularmente en el sistema de molienda, se tomó la decisión de calcular un transporte neumático negativo que cumpla con esta función, complementando a esto, se analizó que es más factible económicamente un transporte neumático en este caso que transportes mecánicos, debido a la cantidad de tramos donde se requiere algún tipo de transporte, de igual manera, el análisis en cuanto a consumo eléctrico es más favorable para el transporte neumático que para el mecánico. Es importante recalcar que este tipo de transporte no puede ser utilizado en módulos previos de producción, ya que los minerales que

componen el grano de maíz afectan considerablemente la integridad de las tuberías neumáticas, causando orificios que conllevan a fugas de producto por estos.

Se estiman que, con la información demostrada en el informe de pasantías, el sistema de molienda tenga un desempeño óptimo y eficiente, cumpliendo con los deseos de los directivos de la planta sucursal HARICENCA C.A. y satisfaciendo sus necesidades productivas.

RECOMENDACIONES

El sistema de molienda funcionará una vez instalado, de manera óptima y eficiente con un cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo, evaluando las fallas más comunes y el periodo de tiempo entre fallas, para así atacarlas antes de que se produzcan realizando un mantenimiento completo; además de incluir en el plan de mantenimiento preventivo el transporte neumático negativo que cumple un papel fundamental dentro del proceso de producción.

Se debe reconsiderar la distribución de las maquinarias si se desea ampliar la capacidad de producción anexando una línea de molienda, debido a que el espacio es reducido con respecto a la cantidad de maquinarias existentes en la planta HARICENCA C.A.; sin embargo, tomando en cuenta los lineamientos pre establecidos por referencias bibliográficas de molienda, se puede ampliar la capacidad de producción sin contratiempos.

La correcta operación de las maquinarias es clave para evitar alguna parada de producción, por lo que es imprescindible contar con un personal altamente capacitado para cumplir las funciones que la planta productora requiere día a día; en este mismo orden de ideas, se puede incluir en la lista de personal capacitado a profesionales en el área de control de calidad, que mediante análisis al producto terminado o en proceso en cada uno de sus módulos, corroboran la calidad de los mismos, asimismo, se puede detectar mediante este departamento un mal desempeño, desajuste o descalibración de una maquinaria en específico.

Una vez mencionado todo lo anterior, como complemento tenemos que la limpieza es primordial en una planta de alimentos, en conjunto con un plan diseñado para la fumigación en cada una de las áreas de la planta sucursal HARICENCA C.A., evitando la proliferación de bacterias e insectos donde exista materia prima, producto en proceso o producto terminado. Cuando las maquinarias estén en reposo, no deben contener ningún residuo de producto en su cuerpo, ya que este puede ser un foco de contaminación, pudiendo dañar el producto que circule por el área afectada, se debe

tener cuidados extremos con respecto a la limpieza y mantenimiento de las instalaciones.

Por último, y no menos importante, el personal encargado de la operación y/o mantenimiento de la planta productora, debe cumplir con los lineamientos de EPP (Equipos de Protección Personal) para evitar en lo posible accidentes laborales que perjudiquen la salud de sus operarios, cada individuo que requiera entrar en los módulos de producción de harina precocida de maíz, debe atenerse a las normas de seguridad pre establecidas por la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centro De Adiestramiento Técnico “CATER” (1994). **MÓDULO No. 5 Molienda.**
EMPRESAS POLAR - PLANTA REMAVENCA.

Ulmer, K. (2009). **Tecnología y Mecánica Molinera.** Bühler Holding AG.

Arias, F. (2016). “El proyecto de investigación. Introducción a la Metodología Científica”. Caracas: Episteme.

Bostwick y Kyte (2.006). “**Metodología de la Investigación**”. McGraw-Hill.

Caballero, C. (2013). **La historia de la Harina Precocida en Venezuela.** Venezuela de Antaño. <http://venelib-antao.blogspot.com/2013/06/la-historia-de-la-harina-precocida-en.html>

Fernández, C.; Lucio, P.B. y Sampieri, R.H. (2.006). “**Metodología de la Investigación**”, McGraw Hill.

Hernández R, Fernández C, Baptista P (2014) “**Metodología de la Investigación**” Quinta Edición. Editorial McGRAW-HILL

Tello Mejía C. y Vela Holguín F. (2016). “**Diseño de un plan de comercialización de la harina de maíz para consumo humano en mercados alternativos**”. Universidad Internacional del Ecuador.

Salazar J. (2021). **Luís Caraballo Mejías.**
[https://josesalazar26604209.blogspot.com/2019/.](https://josesalazar26604209.blogspot.com/2019/)

Tello Puma Araujo A. (2017). “**Caracterización de flujos de harina de trigo (Triticum aestivum) de cada pasaje de molienda en “Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda.”.** Universidad Técnica de Ambato